Vers une stratégie nationale sur l'hydrogène et les piles à combustible: Document de discussion pour le Canada

Government of Canada | Gouvernement du Canada

Canada

Pour obtenir de l'information concernant la participation du gouvernement du Canada au secteur de l'hydrogène et des piles à combustible, consultez le Portail de l'économie basée sur l'hydrogène du Comité canadien de l'hydrogène et des piles à combustible (www.economiehydrogene.gc.ca).

Pour avoir plus de renseignements sur la technologie et les applications de l'hydrogène et des piles à combustible, allez dans la section « En apprendre davantage ».

Cette publication est également offerte par voie électronique en version HTML (www.economiehydrogene.gc.ca).

Also available in English under the title *Towards a National Hydrogen & Fuel Cell Strategy: A Discussion Document for Canada*

N° de catalogue lu4-94/2005F-PDF
ISBN 0-662-70776-1
54348F

Ford Focus alimentée par une pile à combustible Mark 902 de Ballard.

Crédit photographique pour les images de la page couverture: Angstrom Power, FCT, Ballard, Hydrogenics, et Cellex Power.

Vers une stratégie nationale sur l'hydrogène et les piles à combustible : Document de discussion pour le Canada

Table des matières

Sommaire 2

Nécessité pour le pays de disposer d'une stratégie nationale sur l'hydrogène et les piles à combustible 5

État des lieux 6

Une vision de notre avenir dans le domaine de l'hydrogène 11

Débouchés pour le Canada dans l'économie mondiale de l'hydrogène de demain 13
- Infrastructure pour l'hydrogène 14
- Applications mobiles 17
- Applications stationnaires 21
- Applications portables 23

Le marché mondial pour la technologie de l'hydrogène et des piles à combustible 24

Renforcement de l'industrie 27
- Exploitation de débouchés immédiats et à court terme 27
- Amélioration de l'accès aux capitaux 31
- Renforcement des capacités et promotion de l'adoption sur le marché 32
- Acquisition de compétences, éducation et sensibilisation 34
- Élaboration de codes et de normes 36

Les administrations publiques canadiennes : des partenaires pour l'avènement de l'économie de l'hydrogène 38

Prochaines étapes 39

Notes de travail 45

106-04488/

Sommaire

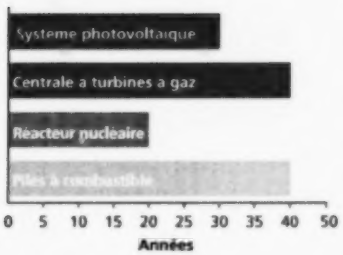


Figure 1. Temps écoulé entre la première application et la commercialisation

Plusieurs exemples dans l'historique de la production d'énergie font ressortir la longue période qui s'écoule entre la première application d'une nouvelle technologie énergétique et sa commercialisation à grande échelle.

Source: Notre avenir avec l'hydrogène et les piles à combustible. www.economiehydrogene.gc.ca

Le passage à la nouvelle donne énergétique à l'échelle mondiale offre au Canada une foule de possibilités de s'implanter sur les marchés mondiaux de l'énergie et de contribuer au progrès environnemental, économique et social tant au pays qu'à l'étranger. Dans cette nouvelle économie, l'hydrogène en tant que vecteur énergétique, associé aux piles à combustible comme technologie habilitante, contribuera à accroître l'approvisionnement de combustibles fossiles et optimisera l'utilisation de sources d'énergie renouvelable.

Le présent document de discussion marque une étape clé dans l'élaboration d'une stratégie nationale sur l'hydrogène et les piles à combustible et d'un plan d'action, qui nous aideront à donner notre pleine mesure dans un monde alimenté à l'hydrogène. Ce document n'a pas pour ambition de faire connaître des solutions toutes faites. Il vise plutôt à formuler des questions dont les réponses peuvent nous aider à élaborer la stratégie et le plan d'action de façon réaliste. Nous nous attachons donc à définir les possibilités et à les classer par ordre de priorité, à faire participer toutes les parties intéressées à un effort concerté pour répondre aux besoins du secteur et à choisir les mesures à court terme les plus efficaces que les groupes d'intervenants peuvent prendre pour atteindre les grands objectifs du Canada pour le secteur.

État des lieux

Le Canada est bien placé pour passer à une nouvelle économie de l'énergie. Non seulement nous sommes des chefs de file dans des domaines clés du développement des piles à combustible, mais aussi nous possédons des ressources abondantes afin d'aménager une infrastructure pour l'hydrogène, ainsi que de nombreuses filières industrielles dotées de capacités en recherche-développement (R-D) de pointe.

Toutefois, pour tirer parti de ces avantages, il faudra appuyer de façon soutenue les entreprises canadiennes du secteur des piles à combustible et de l'hydrogène qui développent des produits et services pour le marché de l'énergie. En prenant des mesures dès le début, par exemple, en accroissant l'aide à la R-D, en sensibilisant le public et en améliorant l'accès au capital, on aiderait le Canada à s'imposer dans l'économie de l'hydrogène de demain. Plusieurs mesures s'imposent pour atteindre cet objectif : il faut recenser les débouchés immédiats, exporter des produits et une expertise et avoir recours aux partenariats afin de renforcer notre position.

L'économie de l'hydrogène : vision et retombées

On peut envisager la proposition de valeur relative à l'hydrogène dans les termes suivants : retombées découlant de systèmes d'énergie propre, croissance durable et gestion responsable de l'environnement.

Pour le Canada, l'avenir de l'hydrogène englobe un approvisionnement en électricité plus propre et plus fiable, un rendement économique élevé provenant de la fabrication et de l'exportation de produits de l'industrie de l'hydrogène et des piles à combustible de même qu'une amélioration de la qualité de vie des Canadiens en général. À l'échelle planétaire, l'économie de l'hydrogène englobe une réduction de la dépendance à l'égard des combustibles fossiles, une réduction des émissions de gaz à effet de serre et une croissance durable dans les pays en voie d'industrialisation.

Une des étapes cruciales pour concrétiser cette vision consiste à élaborer une stratégie nationale sur l'hydrogène et les piles à combustible

Les membres du Comité canadien sur l'hydrogène et les piles à combustible (CH2PC), de concert avec les intervenants des provinces, de l'industrie et du milieu universitaire, seront en dernier ressort responsables des plans d'action, des programmes et des activités liés à cette stratégie.

Possibilités mondiales à la portée du Canada

Il y a quatre grands domaines dans lesquels le Canada pourrait tirer parti de possibilités et de retombées majeures.

Infrastructure pour l'hydrogène

Au nombre des possibilités, mentionnons le captage d'hydrogène tiré du flux de déchets; la production d'hydrogène par électrolyse à partir d'hydroélectricité et de sources d'énergie renouvelable; le vaporeformage du méthane; les systèmes de stockage, de distribution et de ravitaillement; la production d'hydrogène à grande échelle; et la production d'hydrogène à partir de la gazéification de combustibles fossiles et de biomasse.

Applications mobiles

Les applications mobiles telles que les automobiles, camions, autobus, locomotives et véhicules industriels à hydrogène devraient assurer un marché permettant d'atteindre la masse critique pour les produits de l'industrie de l'hydrogène et des piles à combustible. Les moteurs hybrides essence-électriques et diesel-électriques ainsi que les moteurs à combustion interne à hydrogène pourraient constituer d'autres technologies de transition importantes en vue de l'établissement d'un marché de masse pour les automobiles à pile à combustible.

Applications stationnaires

Les piles à combustible utilisant l'hydrogène peuvent servir à différentes applications stationnaires, notamment pour la production d'énergie hors réseau ou d'appoint, l'alimentation en électricité et le chauffage des habitations ainsi que la production d'énergie centralisée ou non. Le Canada pourrait aussi tirer parti de son expertise dans le domaine des petites applications stationnaires en développant de nouvelles capacités en matière de piles à combustible haute température pour la production d'énergie à grande échelle.

Applications portables

Dans ce secteur, nos premiers débouchés résident dans les micropiles à combustible destinées à des applications militaires ou grand public comme les ordinateurs portatifs, les téléphones cellulaires et les combinés pour les communications par satellite.

Mesures à prendre pour renforcer l'industrie

Plusieurs mesures précoces figurant dans différentes grandes catégories s'offrent à nous pour tirer parti des possibilités et nous attaquer aux problèmes prioritaires :

- recherche-développement;
- démonstration et déploiement;
- éducation, sensibilisation et vulgarisation;
- réglementation;
- coordination, analyse et promotion.

Les pouvoirs publics fédéraux, provinciaux ou territoriaux et municipaux ont un rôle de catalyseur à jouer dans chacune de ces catégories et ils peuvent contribuer à l'établissement de partenariats fructueux entre l'industrie, le milieu universitaire et celui de la recherche.

Comité canadien sur l'hydrogène et les piles à combustible

La présidence du Comité canadien sur l'hydrogène et les piles à combustible (CH2PC) mis sur pied par le gouvernement est assurée conjointement par Industrie Canada et Ressources naturelles Canada. Ce comité, qui représente 21 ministères et organismes fédéraux, surveille les mesures et initiatives mises en œuvre par le gouvernement fédéral dans le secteur pour assurer la commercialisation de la technologie à grande échelle.

Le CH2PC appuie les travaux de recherche et d'analyse qui ont pour but de nous permettre de mieux connaître et comprendre le passage du Canada à l'économie de l'hydrogène. Il établit les priorités et coordonne les activités des ministères, organismes et programmes fédéraux se rapportant à l'hydrogène; surveille les initiatives interministérielles fédérales et en rend compte; et représente le Canada au sein de plusieurs partenariats stratégiques internationaux tels que le Partenariat international pour l'économie de l'hydrogène et l'Agence internationale de l'énergie.

Grâce à des interventions stratégiques coordonnées, le CH2PC aide le Canada à maintenir sa position de chef de file dans le secteur et veille à ce que nous continuions de soutenir la concurrence mondiale à mesure que l'industrie de l'hydrogène et des piles à combustible se dirigera vers la commercialisation à grande échelle.

Prochaines étapes

Pour recueillir des commentaires en vue d'élaborer le présent document de discussion, les représentants du gouvernement du Canada ont discuté des orientations et des priorités avec les intervenants et spécialistes clés du secteur. Ce document représente la deuxième étape d'une démarche en sept étapes visant à élaborer et à lancer une stratégie nationale sur l'hydrogène et les piles à combustible.

Deux étapes ont déjà été franchies :

- détermination de l'orientation et des priorités initiales pour la stratégie;
- élaboration d'un document de discussion et tenue des premières consultations auprès des intervenants et spécialistes clés.

Les étapes restantes sont les suivantes :

- consultation à grande échelle;
- mise au point d'une stratégie nationale sur l'hydrogène et les piles à combustible;
- obtention de l'approbation par le Cabinet de la stratégie et des priorités proposées à cet égard;
- publication de la stratégie;
- mise en œuvre des recommandations formulées dans la stratégie et suivi des progrès accomplis.

En 2000, des autobus mus par un moteur à pile à combustible avaient franchi avec succès le cap des deux ans d'essai sur le terrain. Dans le cadre de ces essais menés aux États-Unis et au Canada, plus précisément à Chicago, en Illinois, et à Vancouver, en Colombie-Britannique, six autobus ont transporté plus de 200 000 passagers et parcouru ainsi plus de 118 000 kilomètres (73 000 milles).

Source: Ballard Power Systems.

Nécessité pour le pays de disposer d'une stratégie nationale sur l'hydrogène et les piles à combustible

En raison de la position du Canada en qualité de chef de file mondial de la technologie de l'hydrogène et des piles à combustible, le passage à l'économie de l'hydrogène nous offre un véritable tremplin pour influencer les marchés mondiaux de l'énergie et contribuer au progrès environnemental, économique et social tant au pays qu'à l'étranger. Mais, pour tirer avantage de ces possibilités exceptionnelles, nous devons bien comprendre notre rôle dans la nouvelle économie qui se déploie et nous doter d'un plan d'action qui guidera le développement de nos technologies de l'hydrogène.

Le but d'une stratégie canadienne sur l'hydrogène et les piles à combustible consiste à élaborer cette vision et ce plan d'action. La vision portera sur les 30 prochaines années de participation canadienne à la nouvelle économie de l'énergie, tandis que le plan d'action définira les objectifs et les résultats attendus de sa concrétisation.

Pour façonner notre stratégie, il nous faut examiner les possibilités qui s'offrent au Canada sur les marchés de l'hydrogène et des piles à combustible, particulièrement dans le contexte de l'environnement mondial et compte tenu de notre position de chef de file de la technologie. La stratégie proprement dite fera fond sur les travaux des administrations publiques, de l'industrie, des universités, des établissements de recherche et des organisations non gouvernementales du Canada ainsi que des partenariats internationaux. Elle visera à coordonner leurs efforts et leurs ressources de manière à servir le mieux possible nos objectifs nationaux.

Dans un premier temps, le plan d'action mettra l'accent sur les mesures à court terme qui aideront le secteur de l'hydrogène et des piles à combustible à remporter un succès commercial. On pourra par la suite examiner ce plan pour déterminer s'il atteint ou non les objectifs visés et le remanier au besoin en fonction des réalités du marché.

Le présent document de discussion constitue une étape clé dans la formulation d'une stratégie nationale sur l'hydrogène et les piles à combustible et il nous aidera à donner notre pleine mesure. Il passe en revue les possibilités stratégiques à la portée de l'industrie canadienne sur les marchés mondial et national et propose des mesures, des arrangements institutionnels et des interventions stratégiques et réglementaires qui nous permettront d'en tirer le maximum.

Ce document n'a pas pour ambition de faire connaître des solutions toutes faites. Il vise plutôt à formuler des questions dont les réponses peuvent nous aider à élaborer la stratégie et le plan d'action de façon réaliste. Nous nous attachons donc à définir les possibilités et à les classer par ordre de priorité, à faire participer toutes les parties intéressées à un effort concerté pour répondre aux besoins du secteur et à choisir les mesures à court terme les plus efficaces que les groupes d'intervenants peuvent prendre pour atteindre les grands objectifs du Canada pour le secteur.

État des lieux

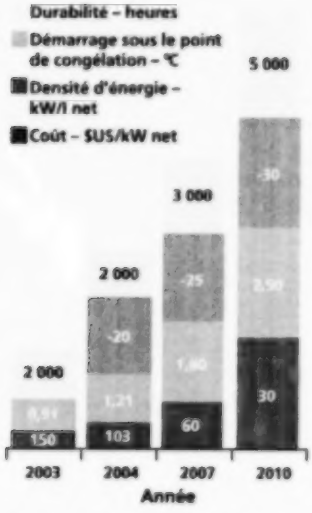


Figure 2 . Feuille de route de Ballard

La feuille de route (« Technology Road Map ») de Ballard renvoie aux quatre grands objectifs de rendement des piles à combustible dans l'industrie automobile : durabilité, démarrage sous le point de congélation, densité d'énergie et coût. La viabilité commerciale des piles à combustible destinées au marché de l'automobile repose sur la réalisation de ces objectifs. Malgré les progrès accomplis au cours des cinq dernières années, il reste des écarts considérables à combler.

Source: Ballard Power Systems.

Avantages actuels du Canada

Examinons brièvement les atouts du Canada propres à en faire un chef de file dans le passage à l'économie de l'hydrogène.

- Le Canada est à l'avant-garde du développement et de la commercialisation des piles à membrane échangeuse de protons (PEMFC – Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell) ou à oxyde solide (SOFC – Solid Oxide Fuel Cell) destinées aux marchés des applications mobiles ou portables et des petites applications stationnaires.
- Nous avons des capacités importantes en matière de développement de technologie pour la production, la purification et le stockage d'hydrogène et pour l'aménagement d'une infrastructure de ravitaillement, les essais et l'intégration de systèmes.
- Nous possédons des filières industrielles en pleine croissance dans le secteur de l'hydrogène à l'échelle du pays. Nos technologies et notre expertise sont reconnues partout dans le monde.

Par ailleurs, nous avons maintenant des concurrents sur la scène mondiale et nous risquons de voir s'effriter nos avantages si nous ne passons pas à l'action rapidement pour soutenir notre industrie de l'hydrogène.

Soutien de l'industrie canadienne de l'hydrogène

Les entreprises canadiennes ont besoin d'aide à l'étape du développement des produits et services destinés au marché, sans quoi elles ne parviendront peut-être pas à surmonter les obstacles au chapitre des coûts, du rendement et de l'infrastructure. L'accès au financement se révèle particulièrement difficile en raison de la R-D intensive et de la longue période de développement requise pour la commercialisation.

Les applications dans le domaine des transports peuvent avoir les retombées environnementales, sociales et économiques les plus importantes. Toutefois, on ne pourra parvenir à cette étape sans une amélioration notable de la fiabilité et une réduction appréciable des coûts. D'après le département de l'Énergie des États-Unis[1], la commercialisation des grandes applications dans le secteur, par exemple, les voitures de tourisme, ne se fera pas avant au moins une dizaine d'années.

Des entreprises canadiennes telles que Ballard ont réalisé des percées technologiques remarquables et leurs activités concordent avec le délai de commercialisation et les objectifs technologiques prévus par le département de l'Énergie. La performance technique de Ballard en ce qui a trait à la durabilité, à la durée de vie et au coût des piles à combustible en ont fait le fournisseur

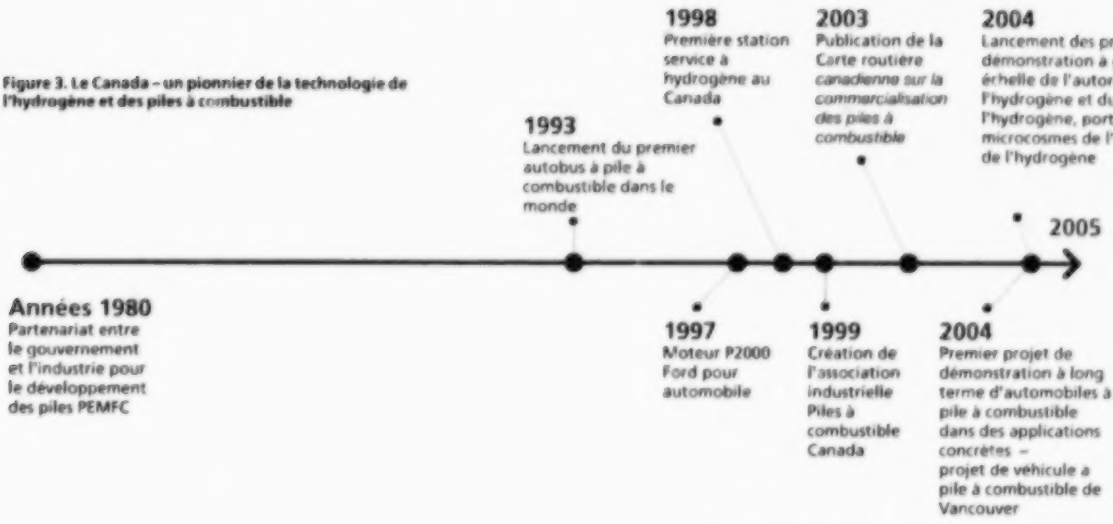


Figure 3. Le Canada – un pionnier de la technologie de l'hydrogène et des piles à combustible

privilégié d'entreprises comme General Hydrogen et Cellex. Afin d'aider notre industrie à franchir cette étape, il est essentiel de prendre des mesures dès le début, notamment pour :

- appuyer la R-D afin d'atteindre les objectifs des programmes de développement de la technologie;
- tirer parti des débouchés commerciaux immédiats et à court terme;
- améliorer l'accès au capital;
- renforcer les capacités et favoriser l'adoption de la technologie par le marché;
- perfectionner les compétences et améliorer l'éducation et la sensibilisation;
- élaborer des codes et des normes.

Si nous échouons à cette étape de la commercialisation, nous risquons de perdre quantité de débouchés et d'avantages et pourrions même en arriver à importer des technologies de l'hydrogène qu'il nous aurait été possible de développer dans notre pays.

Définition des débouchées immédiats qui s'offrent à l'industrie canadienne

La vigueur de nos filières régionales et des principales entreprises qui en font partie, appuyées par des investissements privés et publics majeurs, fournit un tremplin solide pour bénéficier des retombées à court terme de cette assise technologique.

Le large éventail d'applications possibles laisse aussi entrevoir de nombreuses possibilités à plus long terme. Une industrie canadienne de l'hydrogène en expansion pourrait comporter des applications mobiles, des sources d'alimentation stationnaires et la production d'énergie, ainsi qu'une technologie pour les applications à petite échelle telles que les dispositifs électroniques.

Rôle des exportations à l'appui de l'innovation

À l'instar de nombreuses autres industries canadiennes, le secteur de l'hydrogène et des piles à combustible dépend des exportations pour sa survie et sa croissance. Les ventes sur le marché intérieur peuvent aider les entreprises à développer des produits et à s'implanter à l'étranger, mais nos filières industrielles ne peuvent survivre sans les marchés internationaux.

Pour soutenir le secteur canadien de l'hydrogène et des piles à combustible dans ce contexte, nous devons harmoniser nos activités avec les intérêts mondiaux en ajoutant aux sources d'énergie exploitées à l'heure actuelle les technologies de l'hydrogène et des piles à combustible. Cette approche aidera à créer un marché pour nos exportations et stimulera par ricochet l'innovation technologique dans notre pays. Cette innovation ouvrira la voie à des produits et services nouveaux et exportables tout en générant automatiquement des recettes à l'exportation, une croissance économique et d'autres retombées.

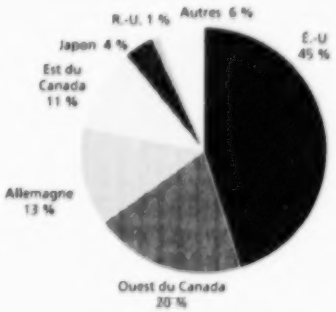


Figure 4. Emplacement des projets de démonstration de la technologie canadienne

Source : *Profil de l'industrie canadienne de l'hydrogène et des piles à combustible de 2004*, gouvernement du Canada, Piles à combustible Canada et Pricewaterhouse Coopers.

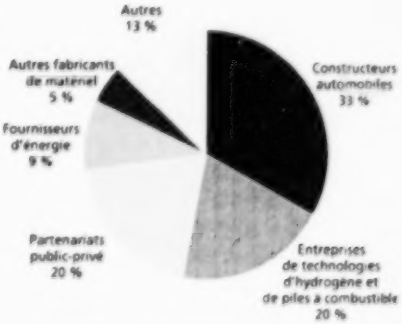


Figure 5. Alliances stratégiques

Source : *Profil de l'industrie canadienne de l'hydrogène et des piles à combustible de 2004*, gouvernement du Canada, Piles à combustible Canada et Pricewaterhouse Coopers.

Rôle des partenariats

Au cours des 20 dernières années, le gouvernement du Canada a investi plus de 200 millions de dollars dans le secteur de l'hydrogène et des piles à combustible. La Colombie-Britannique, l'Alberta, la Saskatchewan, le Manitoba, l'Ontario, le Québec, le Nouveau-Brunswick et l'Île-du-Prince-Édouard continuent d'appuyer le développement industriel sur leur territoire respectif.

En outre, au cours des cinq dernières années, le secteur privé a investi environ 200 millions de dollars par an dans la R-D. La nature internationale du secteur, combinée à la taille modeste des entreprises canadiennes, a incité l'industrie canadienne à accorder la priorité à l'établissement d'une collaboration avec des organisations des secteurs public et privé au pays et à l'étranger. C'est pourquoi les organismes canadiens faisaient état en 2004 de 256 alliances stratégiques avec un large éventail d'organisations[2].

Formulation de la proposition de valeur

Le marché des produits et services de l'industrie de l'hydrogène et des piles à combustible sera dicté par différents facteurs, depuis la nécessité de se doter de systèmes d'énergie propre jusqu'à la quête de produits et services nouveaux et perfectionnés par les consommateurs.

Sources et systèmes d'énergie propre

Certes, le développement industriel apporte des retombées immédiates au Canada, mais l'intérêt à long terme des technologies de l'hydrogène et des piles à combustible tient au fait qu'elles représentent une option qui, à long terme, peut aider à éliminer de notre système d'énergie les combustibles renfermant du carbone afin de produire de l'énergie propre et de réduire les émissions. Cette filière permettrait de freiner le changement climatique, de réduire la pollution de l'air et d'améliorer la sécurité énergétique et contribuerait au bien-être collectif.

Croissance durable

Un autre catalyseur réside dans une croissance durable, qui permettrait d'atteindre un équilibre entre les besoins économiques, environnementaux et sociaux en employant des moyens constructifs. Déjà, par exemple, les gouvernements nationaux se préoccupent beaucoup plus de la sécurité de leurs approvisionnements énergétiques. La recherche de sources d'énergie de remplacement durable qui s'ensuit risque fort d'accélérer le passage à une nouvelle donne énergétique. En vertu de cette nouvelle donne, on produira de l'hydrogène à partir de différentes sources d'énergie primaire, tandis que les piles à combustible, en tant que technologie habilitante, joueront un rôle important

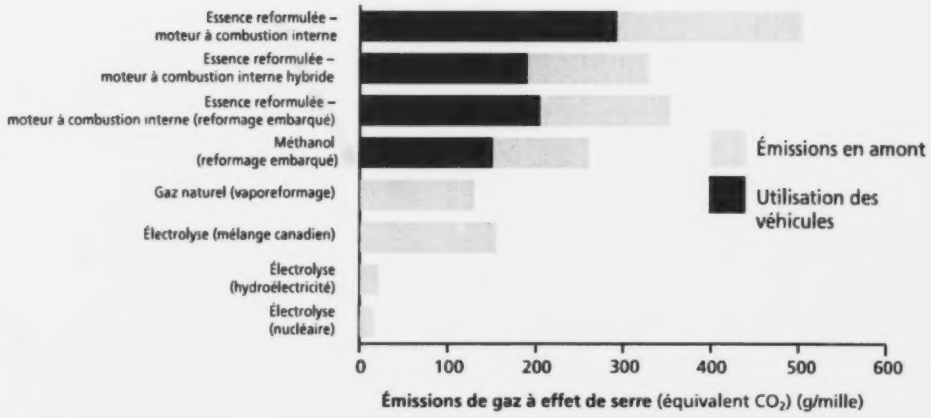


Figure 6. Incidence du mode de production de l'hydrogène sur les émissions de gaz à effet de serre des véhicules à pile à combustible

Source : Ressources naturelles Canada, 2005.

dans la production d'énergie pour les applications mobiles, stationnaires et portables.

Gestion environnementale responsable

Les Canadiens ont l'expérience de la gestion d'immenses ressources naturelles et nous sommes déjà des chefs de file dans le domaine des technologies respectueuses de l'environnement. En assurant une gestion responsable au niveau mondial, nous pourrions aider d'autres pays à surmonter les difficultés auxquelles ils se heurtent dans le domaine de l'environnement tout en développant des collectivités durables sur notre propre territoire. Si une mobilisation de cette ampleur s'avère nécessaire, c'est aussi en raison des enjeux environnementaux d'envergure planétaire comme le changement climatique, la demande croissante et la nécessité de s'assurer des approvisionnements énergétiques pour l'avenir. Fondamentalement, le Canada et les autres pays industrialisés ont donc l'obligation d'assurer une gestion environnementale responsable à l'échelle planétaire.

En outre, pour maintenir notre crédibilité en tant que gestionnaire de l'environnement, nous devons prendre les mesures qui s'imposent dans nos villes et nos collectivités.

Marché énergétique intégré en Amérique du Nord

Le Canada et les États-Unis sont aux prises avec des préoccupations similaires concernant la demande croissante d'énergie ainsi que la sécurité et la fiabilité de leurs approvisionnements énergétiques. L'adoption de mesures à l'échelle du continent à l'appui de l'économie de l'hydrogène permettrait aux deux pays de partager les coûts de développement et de former des alliances stratégiques pour se tailler une place sur les marchés mondiaux.

En fait, les États-Unis et le Canada explorent déjà des moyens de créer un marché de l'hydrogène et des piles à combustible intégré en Amérique du Nord. En 2004, une déclaration conjointe des deux pays préconisait un élargissement des partenariats pour promouvoir l'utilisation efficiente et non polluante des ressources énergétiques. En avril 2005, l'*Énoncé de politique internationale du Canada – Fierté et influence : notre rôle dans le monde* a précisé les objectifs visés par l'intégration du marché nord-américain[3].

Éléments à court terme dans la proposition de valeur

Le changement climatique, l'épuisement des ressources pétrolières et la nécessité d'assurer une croissance durable sont des éléments majeurs de la proposition de valeur relative à l'hydrogène, mais il est possible que les préoccupations environnementales ne soient pas suffisantes pour stimuler l'industrie dans un proche avenir. À court terme, notamment, un élément clé de cette proposition réside peut-être dans les retombées qu'elle offre au consommateur moyen, notamment, la fabrication de nouveaux types de produits de consommation et le perfectionnement des produits existants.

D'autres éléments de la proposition de valeur à court terme et catalyseurs de marché pourront découler de la technologie par des voies inattendues, tout comme l'ouverture d'Internet à l'usage du public en 1995 a suscité en très peu d'années une croissance exponentielle du commerce électronique. De plus, l'augmentation marquée de la productivité et de la compétitivité des premières organisations à adopter les technologies de l'hydrogène et des piles à combustible – par exemple, les entrepôts utilisant des chariots élévateurs à pile à combustible – aideront en bout de ligne à établir le bien-fondé de la proposition de valeur à court terme pour l'hydrogène et les piles à combustible.

Avantages pour le Canada

Quels avantages les Canadiens tireront-ils d'une nouvelle donne énergétique, tant au cours de la période de transition qu'au moment où elle sera bien établie? Voici les cas de figure envisageables.

Avantages économiques

Les villes canadiennes pourraient servir de tremplin pour les produits de l'industrie de l'hydrogène et des piles à combustible à

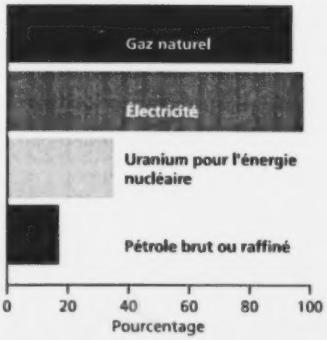


Figure 7. Importations énergétiques américaines en provenance du Canada en pourcentage des importations énergétiques globales des États-Unis, 2002

En 2004, le Canada a été le principal fournisseur de pétrole des États-Unis pour la sixième année de suite. En 2002, il a fourni aux États-Unis 17 p. 100 de leurs importations de pétrole brut ou raffiné – plus que tout autre fournisseur étranger – à raison de 1,9 million de barils par jour.

Source : Commerce international Canada.

commercialiser dans le monde entier. Elles pourraient aussi figurer parmi les premières collectivités à adopter ces technologies et servir de modèles urbains novateurs et respectueux de l'environnement que les autres voudront imiter.

Un nouveau portefeuille équilibré d'hydrogène et de sources d'énergie actuelles pourrait être avantageux pour l'industrie canadienne en offrant des solutions énergétiques fiables, en stabilisant les approvisionnements en électricité et en réduisant le coût des intrants manufacturiers. Des réseaux répartis faisant appel à des systèmes d'énergie respectueux de l'environnement pourraient fournir une énergie propre et efficiente et améliorer la fiabilité de l'approvisionnement énergétique en milieu rural et urbain.

Les entreprises canadiennes pourraient développer une gamme de technologies pour la production, le stockage, la distribution et la conversion de l'hydrogène, afin de faire du Canada le premier fabricant et exportateur de produits de l'industrie de l'hydrogène et des piles à combustible viables sur le plan commercial.

Grâce à la vigueur de nos filières industrielles régionales, nous pourrions devenir un centre d'excellence reconnu mondialement dans le domaine des technologies de l'hydrogène. Nous y gagnerions au chapitre de la compétitivité et pourrions devenir l'un des pays les plus novateurs et productifs du monde.

Les produits de l'industrie de l'hydrogène et des piles à combustible permettraient de réduire les coûts énergétiques dans les collectivités éloignées et nordiques et aideraient à créer et à financer de nombreux emplois et services. Dans les grands centres urbains du Canada, les consommateurs et les entreprises pourraient profiter d'approvisionnements en énergie à proximité de leur domicile, de leur bureau et des usines.

Avantages sociaux et environnementaux

La position de chef de file et le rôle dynamique du Canada dans la transition vers une nouvelle donne énergétique pourrait améliorer la qualité de vie des Canadiens et leur procurer la capacité voulue pour réaliser leurs objectifs sociaux.

Le Canada pourrait devenir un gestionnaire responsable de l'environnement en aidant à mobiliser les efforts internationaux pour résoudre les problèmes environnementaux d'envergure planétaire.

Les systèmes d'énergie faisant appel à l'hydrogène réduiraient la dépendance du monde à l'égard des combustibles fossiles, accroîtraient l'approvisionnement de ces précieuses ressources et atténueraient notre vulnérabilité aux conflits politiques et militaires dans les régions productrices de pétrole à l'échelle mondiale.

L'adoption à l'échelle mondiale de systèmes d'énergie propre alimentés à l'hydrogène réduirait les émissions de gaz à effet de serre et aiderait à atténuer les répercussions du changement climatique.

L'accès à des sources d'énergie propre peu coûteuses stimulerait la croissance économique durable nécessaire pour améliorer les conditions de vie des habitants des pays en voie d'industrialisation.

La nouvelle économie mondiale de l'hydrogène pourrait se traduire par une amélioration marquée de la qualité de l'air et de l'eau dans le monde et favoriser par le fait même une meilleure santé pour tous.

Une vision de notre avenir dans le domaine de l'hydrogène

À quoi ressemblerait un monde alimenté à l'hydrogène?

Nul doute qu'il s'agira d'un endroit beaucoup plus propre et tranquille que celui où nous habitons maintenant, car l'hydrogène sera devenue d'ici à 2075 le vecteur énergétique de prédilection. Les systèmes de piles à combustible seront aussi répandus que les réseaux électriques et les moteurs à combustion interne du passé, mais les véhicules produiront de l'énergie en faisant un minimum de pollution et permettront le transport des voyageurs et des marchandises grâce à des moteurs électriques pratiquement silencieux. L'air des grandes villes du monde sera pur et les gens respireront plus facilement. Le changement climatique, quoique inévitable, se fera plus lentement et nous aurons gagné le temps nécessaire pour nous y adapter.

Au Canada, l'hydrogène et les piles à combustible contribuent à la vigueur de l'économie ainsi qu'à la santé et au dynamisme de la société. Grâce aux efforts soutenus des gouvernements et de l'industrie, nous aurons établi de nombreux modes de production d'hydrogène qui miseront en grande partie sur des sources d'énergie respectueuses de l'environnement. L'hydrogène sera parfaitement intégré aux sources d'énergie utilisées et on l'emploiera dans toutes les régions du pays pour des applications mobiles, stationnaires et portables. Notre industrie de l'hydrogène est reconnue dans le monde entier pour son excellence; nos piles à combustible et notre technologie de l'hydrogène seront les produits de prédilection des acheteurs, où qu'ils soient. Nous demeurerons les pionniers de l'ère de l'hydrogène.

Si nous pouvons concrétiser cette vision, le développement de systèmes d'énergie à base d'hydrogène sera peut-être reconnu dans l'histoire comme l'une des réalisations les plus importantes du XXI[e] siècle. Pour le Canada, une étape cruciale à cet égard consiste à élaborer une stratégie nationale sur l'hydrogène et les piles à combustible, qui nous aidera à comprendre comment l'hydrogène et les piles à combustible peuvent contribuer à faire de cette vision une réalité.

De la vision à la réalité

Les membres du Comité canadien sur l'hydrogène et les piles à combustible (CH2PC), de concert avec les intervenants des provinces, de l'industrie et du milieu universitaire, sont en définitive responsables des plans d'action, des programmes et des activités qui engloberont la stratégie nationale sur l'hydrogène et les piles à combustible. En collaboration avec l'industrie et les intervenants provinciaux, municipaux et internationaux, on mettrait en œuvre la stratégie de façon coordonnée et en temps opportun et on la remanierait périodiquement en fonction de l'évolution de la situation.

Un groupe d'intervenants représentant les secteurs public et privé pourrait être mis sur pied et se réunir annuellement pour

Une vision pour le Canada

Le Canada sera à l'avant-garde de l'approvisionnement et de la demande de systèmes d'énergie durable utilisant l'hydrogène comme vecteur énergétique et les piles à combustible comme technologie habilitante pour assurer la viabilité sur le plan économique, environnemental et social tant au pays qu'à l'étranger.

examiner les progrès accomplis. Le CH2PC pourrait superviser ce groupe et produire un rapport à l'intention des ministres compétents.

Certains objectifs nous aideraient à réaliser ces objectifs, par exemple :

- D'ici à 2010, devenir le premier pays à commercialiser les produits reposant sur les technologies de l'hydrogène et des piles à combustible destinés aux utilisateurs finals et aux consommateurs.
- D'ici à 2010, parvenir à la rentabilité dans au moins cinq entreprises de l'industrie canadienne de l'hydrogène et des piles à combustible.
- D'ici à 2012, devenir l'un des trois premiers pays au chapitre de l'utilisation des applications de l'hydrogène et des piles à combustible par habitant.
- D'ici à 2012, réduire de 1 mégatonne les émissions de CO_2 par rapport aux systèmes actuels d'approvisionnement en énergie et en hydrogène.
- Mettre en œuvre des stimulants stratégiques efficaces pour inciter les consommateurs à faire l'acquisition de technologies de l'hydrogène.
- Faire du Canada un centre d'excellence mondial reconnu pour la R-D sur les piles à membrane échangeuse de protons (PEMFC – Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell).

Le but supérieur de cette vision consiste à contribuer à la réalisation des objectifs économiques, environnementaux et sociaux grâce à un effort concerté en vue d'instaurer une nouvelle donne énergétique au pays et à l'étranger. Le succès repose sur une action soutenue et vigoureuse, mais il est à notre portée si nous avons à cœur d'y parvenir.

Vision : questions à court terme

Cette vision est-elle appropriée pour le Canada?
Quels objectifs le Canada doit-il se fixer à l'étape de l'adoption en ce qui concerne :

- le nombre d'unités précommerciales et commerciales dans les applications mobiles, stationnaires et portables et les stations service distribuant de l'hydrogène?
- le pourcentage de puissance installée?
- le pourcentage de production d'énergie?

Débouchés pour le Canada dans l'économie mondiale de l'hydrogène de demain

CANADA

- Parcs d'autobus, véhicules industriels légers (chariots élévateurs, groupes auxiliaires de bord et appareils de manutention)
- Téléalimentation, alimentation d'appoint de première qualité, production d'énergie répartie
- Production d'hydrogène par électrolyse
- Production d'hydrogène à partir de déchets
- Stockage d'hydrogène gazeux haute pression
- Vaporeformage de la biomasse et du gaz naturel
- Mise en valeur de secteurs d'exploitation des ressources vigoureux
- Technologies de transition – moteurs à combustion interne ou hybrides alimentés au H_2 ou par un mélange en renfermant
- Renforcement des filières et ajout d'organisations complémentaires

UNION EUROPÉENNE

- Alimentation des habitations par pile à combustible, systèmes d'alimentation sans interruption
- Matériel d'essai des piles à combustible
- Solutions de stockage d'hydrogène haute pression
- Production de H_2 par électrolyse, intégration avec l'énergie éolienne et solaire et les microcentrales
- Autobus à pile à combustible

ÉTATS-UNIS

- Applications dans le secteur des automobiles commerciales
- Autobus, véhicules utilitaires legers, groupes auxiliaires de bord
- Applications militaires
- Infrastructure de ravitaillement, purification d'hydrogène
- Gros systèmes de cogénération à pile à combustible

INDE

- Mélanges hydrogène gaz naturel pour les autobus, camions ou véhicules à deux ou trois roues mus par un moteur à combustion interne
- Production d'énergie répartie
- Production de H_2 par électrolyse utilisant l'énergie solaire et la biomasse comme source primaire
- Infrastructure de ravitaillement (stations service à hydrogène) et purification d'hydrogène
- Solution intégrée d'alimentation sans interruption dans le secteur des TIC
- Solutions clé en main

JAPON

- Alimentation des habitations par pile à combustible
- Matériel d'essai des piles à combustible
- Solutions de stockage d'hydrogène haute pression
- Production de H_2 par électrolyse
- Purification d'hydrogène
- Approvisionnement en hydrogène liquide
- Infrastructure de ravitaillement

CHINE

- Technologies de production d'hydrogène utilisant le charbon épuré comme énergie primaire
- Stockage d'hydrogène – haute pression et à l'état solide
- Production d'énergie répartie
- Assemblages et systèmes de piles à combustible
- Fabrication pour la production d'automobiles à pile à combustible en série
- Infrastructure de ravitaillement et purification d'hydrogène
- Piles à combustible pour les autobus, les vélomoteurs et les automobiles commerciales
- Production de H_2 par électrolyse
- Solutions clé en main

L'essor de l'industrie canadienne de l'hydrogène crée une panoplie de débouchés stratégiques en matière de commerce et de développement, y compris en ce qui a trait à l'infrastructure pour l'hydrogène, aux systèmes de transport et aux sources d'énergie stationnaire et portable. Bien entendu, les possibilités à court et à moyen terme (respectivement 2005-2015 et 2015-2025) sont plus prévisibles et plus faciles à définir que celles à long terme (2025-2035). Malgré tout, nous devrions tenter d'en déterminer autant que nous le pouvons.

Nous devons naturellement atteindre un équilibre entre la poursuite des débouchés à court terme et notre engagement en faveur de celles à long terme. En répondant à quelques questions d'ordre général, nous trouverons peut-être des façons de parvenir à cet équilibre :

- Quelles sont les technologies ou applications canadiennes actuelles de l'hydrogène et des piles à combustible les plus porteuses à court terme et dans quels marchés?
- Quelles sont les technologies, applications et priorités en matière de R-D à moyen ou à long terme nécessaires pour créer une industrie de l'hydrogène et des piles à combustible viable?
- Comment peut-on s'y prendre pour que les technologies et applications canadiennes concordent davantage avec nos principaux marchés d'exportation à court ou à long terme?

Ces questions s'appliquent à quatre grands domaines – l'infrastructure pour l'hydrogène, ainsi que les applications mobiles, stationnaires et portables –, que

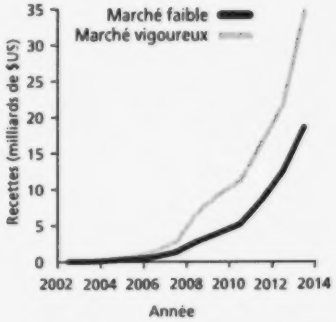
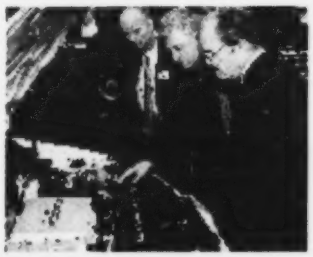


Figure 8. Projections des recettes potentielles sur le marché mondial des piles à combustible

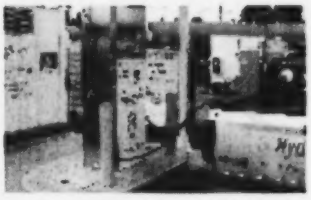
Source : ABI Research, 2005. ©Tous droits réservés. Figure reproduite avec l'autorisation d'ABI Research.



Projet Sacré-Davey

Dans la foulée de l'initiative de l'autoroute de l'hydrogène, un consortium dirigé par les sociétés Sacré-Davey Innovation, Sacré-Davey Engineering et Westport Innovations réalise le Projet intégré d'utilisation d'hydrogène résiduel, issu de la valorisation des déchets à North Vancouver. Ce projet mettra en évidence la supériorité du Canada dans le domaine des technologies de purification d'hydrogène, du ravitaillement et des applications mobiles ou stationnaires.

Photo : B. Stanley – Industrie Canada



Camion à hydrogène-gaz naturel comprimé faisant le plein à la station service de Powertech Labs à Surrey, en Colombie-Britannique.

Source: Powertech Labs.

Infrastructure pour l'hydrogène

L'infrastructure actuelle pour l'hydrogène comprend des installations destinées à la production, à la purification, au stockage et à la distribution d'hydrogène. Toutefois, il faudra des investissements majeurs pour qu'elle puisse répondre aux impératifs liés à l'économie de l'hydrogène et des marchés industriels et de consommation importants pour la maintenir à ce niveau. Cette situation nous ramène à différents dilemmes similaires à celui de l'œuf et de la poule. Par exemple, afin de justifier une infrastructure pancanadienne pour le ravitaillement en hydrogène, il faut que les consommateurs se tournent en grand nombre vers les véhicules à hydrogène – mais peu de consommateurs achèteront ces véhicules avant que cette infrastructure soit largement accessible.

Bien que ces problèmes soient très réels, il ne faut pas oublier que nous avons déjà surmonté des difficultés similaires auparavant. Ainsi, lorsque les gens étaient de plus en plus nombreux à acheter une automobile au début du xx[e] siècle, les postes d'essence ont commencé à apparaître dans toute l'Amérique du Nord. Un leadership astucieux et déterminé, tant de la part des secteurs public que privé, pourrait aider à faire en sorte que l'on connaisse autant de succès avec les véhicules à l'hydrogène.

Infrastructure : nos points forts

Le Canada possède de nombreux points forts dans le domaine :

- Notre pays est le plus important producteur d'hydrogène par habitant au sein de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE).
- Nous possédons une base de sources d'énergie diversifiées permettant certains modes de production d'hydrogène, notamment de nombreuses sources respectueuses de l'environnement, qui produisent moins d'émissions de gaz à effet de serre.
- En raison des besoins croissants liés à l'exploitation des sables bitumineux, le Canada deviendra l'un des principaux producteurs d'hydrogène dans le monde.
- La plupart des régions du Canada possèdent leurs propres points forts, notamment le charbon, le gaz naturel, l'hydroélectricité, l'énergie nucléaire et l'énergie éolienne.
- Nous possédons des avantages technologiques dans le domaine de la production d'hydrogène par électrolyse et du vaporeformage du méthane.
- Nous sommes des chefs de file du développement, de la fabrication et de la mise à l'essai des bouteilles d'hydrogène comprimé utilisées dans la plupart des projets de démonstration de véhicules et d'autobus à pile à combustible dans le monde.
- Nous possédons une vaste expérience des applications destinées à l'utilisateur final et participons à plus de 60 projets de démonstration de ravitaillement en hydrogène dans le monde entier[4].

Infrastructure : choix des priorités à court terme

Nous avons à ce chapitre plusieurs débouchés.

Captage d'hydrogène et purification du flux de déchets

Un débouché immédiat consiste à assurer l'approvisionnement en hydrogène à partir de la production excédentaire des usines d'électrolyse de sels. Il faudrait purifier l'hydrogène afin de l'utiliser dans les systèmes de piles à combustible et les moteurs à combustion interne. Pour y parvenir, nous pourrions :

- faire fond sur le succès du premier projet canadien de captage d'hydrogène à partir des déchets (voir encadré latéral) et exporter cette technologie;
- développer et exporter des technologies de captage et de purification pour produire de l'hydrogène à partir de la biomasse, par exemple, le reformage des biogaz.

Production d'hydrogène par électrolyse

Le développement de technologies de production d'hydrogène par électrolyse

offrant un bon rapport coût-efficacité pourrait être prioritaire, car ces technologies permettraient une production répartie et pourraient faire appel à des sources renouvelables ne produisant aucune émission. Le Canada est déjà un chef de file de la R-D dans le domaine et il pourrait miser sur cet atout pour :

- produire de l'hydrogène à prix concurrentiel grâce à des centrales hydroélectriques et nucléaires et à des sources d'énergie renouvelable comme l'énergie éolienne;
- commercialiser cette technologie dans les pays où l'énergie électrique peut devenir une importante source d'hydrogène.

Vaporeformage du méthane

Le vaporeformage du méthane à partir de sources fossiles est à l'heure actuelle la principale technologie de production d'hydrogène au Canada. Le reformage à petite échelle pourrait faciliter la production d'hydrogène répartie et les applications mobiles, mais il faudrait réduire les émissions de gaz à effet de serre découlant du procédé. Malgré cette contrainte, nous pourrions :

- mettre l'accent sur la R-D dans le domaine du vaporeformage du méthane à petite ou à grande échelle, ainsi que sur les technologies de séparation et de purification des gaz ainsi que de captage et de séquestration du CO_2;
- pour le marché intérieur, concentrer nos efforts sur le vaporeformage du méthane à partir du gaz naturel et de la gazéification de la biomasse et du charbon;
- combiner nos compétences spécialisées dans le domaine de l'hydrogène et dans celui de la séquestration du CO_2 pour offrir une solution intégrée.

Distribution et mise à disposition

L'aménagement d'une infrastructure à la fois pour des installations de production localisées à petite échelle qui ne nécessitent aucun système de distribution et pour les gros producteurs centralisés qui assureront la distribution d'hydrogène par camion, train ou pipeline. À cet égard, nous pourrions :

- mettre à profit notre expérience des technologies de l'hydrogène et du gaz naturel comprimé pour améliorer le coût et le rendement de systèmes similaires pour l'hydrogène;
- au pays et à l'étranger, participer à la mise sur pied de « centres de ravitaillement en carburants propres » assurant l'approvisionnement en hydrogène, en gaz naturel comprimé, en gaz naturel liquéfié et en mélanges hydrogène-gaz naturel;
- continuer de développer des technologies dans différents domaines, depuis les conteneurs pour l'expédition d'hydrogène jusqu'aux matériaux pour les pipelines;
- accroître le nombre de stations service à hydrogène aménagées dans le cadre de projets de démonstration au Canada.

Stockage

Le stockage d'hydrogène représente une technologie clé pour un large éventail d'applications. Par exemple, nous avons besoin à bord des véhicules de dispositifs de stockage offrant une autonomie comparable à celle des véhicules à essence (environ 480 km). Pourrions-nous :

Infrastructure : questions à court terme

Le Canada devrait-il continuer de s'intéresser à tous les modes de production d'hydrogène ou concentrer ses efforts sur quelques modes choisis avec soin?

Quelles technologies d'appui, par exemple, le captage et le stockage du CO_2, pourrions nous développer conjointement pour les modes de production privilégiés?

Une fois les modes de production choisis, quelles sont les possibilités et les tactiques qui nous permettront d'aménager les infrastructures de production, de mise à disposition et de stockage visées?

Une fois les modes de production choisis, comment nous y prendrons-nous pour asseoir la présence du Canada dans les marchés d'exportation connexes?

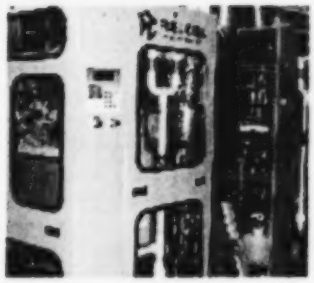
Est-ce que l'expansion de la production d'hydrogène à grande échelle pour l'exploitation des sables bitumineux pourrait offrir une infrastructure pour le déploiement et l'adoption rapide des piles à combustible?

Le village de l'hydrogène à l'Île-du-Prince-Édouard

La société Hydrogenics et la Prince Edward Island Energy Corporation pilotent le premier projet de démonstration de production d'hydrogène par électrolyse utilisant l'énergie éolienne comme source primaire. Ce projet de trois ans mettra sur pied un poste de production d'hydrogène et des éoliennes. On prévoit pour les phases ultérieures une station service à hydrogène, ainsi que des autobus-navettes et un bateau d'excursion alimentés à l'hydrogène.

L'énergie éolienne peut jouer un rôle particulier dans l'accélération de l'aménagement de l'infrastructure pour l'hydrogène, car l'électrolyse de l'eau constitue la « charge de délestage » idéale pour l'électricité d'origine éolienne en période creuse.

Photo : Hydrogenics Corporation.



Des émanations aux combustibles

Fuel Cells Technologies (FCT) de Kingston, en Ontario, collabore avec la société Ford à la démonstration d'un procédé de valorisation des composés organiques volatils qui découlent des procédés de peinture des automobiles pour produire de l'hydrogène et alimenter ainsi une pile à oxyde solide de 5 kW.

FCT approvisionne au moyen de cette pile à combustible l'usine Ford établie à Dearborn, au Michigan. Le système offre des possibilités prodigieuses au chapitre de la réduction de la pollution causée par la construction automobile, car il réduit la consommation de gaz naturel ainsi que les émissions de NO_x, SO_x, CO_2 et de composés organiques volatils. En outre, il permet la production d'énergie autonome pour l'usine.

Photo : Fuel Cell Technologies Ltd.

- faire fond sur notre position dominante en matière de stockage d'hydrogène haute pression à la fois sur le marché intérieur et les marchés d'exportation;
- mettre à profit notre capacité de stockage de matériaux à l'état solide pour améliorer les technologies de stockage d'hydrure métallique;
- renforcer notre capacité concernant les technologies de stockage basse pression, par exemple, les nanotubes de carbone.

Matériel d'essai des piles à combustible

La position dominante de notre pays sur ce marché peut nous aider à développer des applications qui serviront de référence, ainsi que les méthodes et les protocoles d'évaluation nécessaires afin d'établir les codes, normes et règlements pour l'économie de l'hydrogène. À cet égard, nous pourrions :

- appuyer les efforts de R-D de l'industrie dans le domaine des essais et des diagnostics, notamment les essais portant sur la qualité du carburant à l'hydrogène;
- nous imposer à l'échelle mondiale en tant que centre d'excellence en matière d'outils d'essai et de diagnostic et appuyer ainsi le développement des piles à combustible et la création de sources de revenu initiales.

Infrastructure : choix des priorités à moyen ou à long terme

Comme nous l'expliquons dans les paragraphes qui suivent, le domaine de la production d'hydrogène offre de nombreux débouchés.

Production d'hydrogène à grande échelle

Une production d'hydrogène centralisée à grande échelle et les infrastructures d'appui pourraient devenir viables sur le plan financier. Nous pourrions envisager de prendre les mesures suivantes :

- utiliser l'énergie nucléaire pour alimenter les procédés de production tels que l'électrolyse haute température et la séparation thermochimique de l'eau;
- adapter les pipelines actuels ou en construire de nouveaux pour transporter l'hydrogène à la grandeur du pays.

Gazéification des combustibles fossiles et de la biomasse

En ce qui a trait aux travaux de développement à long terme, nous pourrions passer de la production d'hydrogène grâce au vaporeformage du méthane à la gazéification des combustibles fossiles et de la biomasse. Combinée au captage et au stockage du CO_2, la gazéification pourrait valoriser de façon optimale nos abondantes sources d'énergie tout en réduisant considérablement les émissions de gaz à effet de serre. Plusieurs possibilités s'offrent à nous.

- Nous pourrions développer des technologies de gazéification pour nos principaux gisements de combustibles fossiles, notamment le charbon subbitumineux et de lignite, le coke, le pétrole lourd et le bitume.
- Nous pourrions développer des technologies de gazéification, de pyrolyse et de reformage de biohuile ainsi que d'autres technologies pour produire de l'hydrogène à partir de la biomasse, par exemple, les résidus agricoles.
- Des débouchés importants s'offrent à nous pour l'exportation de ces technologies vers des pays dont l'approvisionnement énergétique futur reposera sur le charbon et la biomasse, notamment l'Inde et la Chine.

Infrastructure : questions à moyen et à long terme

Quels sont les débouchés qui favoriseront l'aménagement rationnel d'une infrastructure pour l'hydrogène ?

Quelles ressources devrions-nous consacrer maintenant à ces possibilités ?

Dans quelle mesure pourrait-on mettre en valeur de nouvelles sources d'énergie primaire pour la production d'hydrogène, par exemple, la biomasse et les méthodes biologiques, à l'échelle régionale pour atteindre les objectifs en matière d'économie et d'émission ?

Le milieu de la recherche devrait-il participer au développement de technologies de stockage d'hydrogène basse pression ?

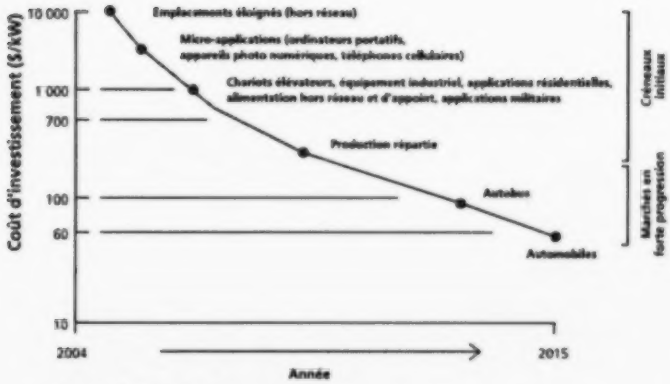


Figure 9. Échéancier de commercialisation

Source: Industrie Canada, graphique adapté d'après Methanex, septembre 2002.

Ford Focus alimentée au moyen d'une pile à combustible Ballard de la série Mark 902.

Source : Ballard Power Systems.

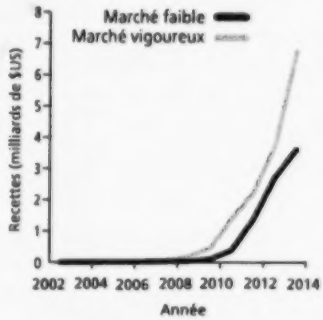


Figure 10. Recettes provenant de la vente de véhicules à pile à combustible, marché mondial, de 2002 à 2013

Source : ABI Research, ©Tous droits réservés. Figure reproduite avec l'autorisation d'ABI Research.

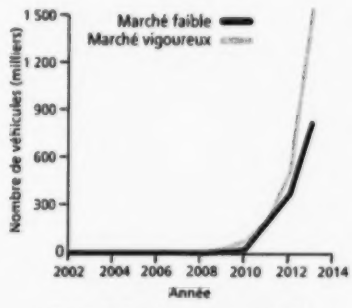


Figure 11. Recettes provenant de la vente de piles à combustible pour le secteur automobile, marché mondial, de 2004 à 2013

Source : ABI Research, 2005. ©Tous droits réservés. Figure reproduite avec l'authorisation d'ABI Research.

Applications mobiles

Les applications mobiles telles que les automobiles, camions, autobus, locomotives et véhicules industriels à hydrogène devraient assurer un marché permettant d'atteindre la masse critique pour les produits de l'industrie de l'hydrogène et des piles à combustible. L'essor de ce marché est dicté par les préoccupations planétaires concernant la pollution de l'air, les émissions de gaz à effet de serre ainsi que la sécurité énergétique et la diversité des sources d'énergie.

Il y a une vingtaine d'années que le Canada développe des technologies axées sur l'hydrogène et les piles à combustible pour les applications se rapportant à des véhicules légers ou lourds. Les États-Unis représentent un client de premier ordre pour la commercialisation de ces technologies, mais les marchés en expansion comme la Chine et l'Inde pourraient aussi se révéler extrêmement porteurs.

Applications mobiles : nos points forts

Nous possédons plusieurs avantages dans le domaine:

- Nous sommes les pionniers et les chefs de file mondiaux de la technologie des piles PEMFC destinées aux applications mobiles.
- Nous occupons une position dominante sur le marché mondial des piles à combustible actuellement à l'essai dans des véhicules légers, des véhicules lourds, comme les autobus, et des véhicules industriels hors route, comme les chariots élévateurs.
- Nous possédons une expertise en ce qui concerne les technologies, les sous-systèmes et les composants de moteurs à combustion interne qui consomment de l'hydrogène et des mélanges de carburants.
- Nous avons acquis une précieuse expérience en participant à plus de 70 projets de démonstration d'automobiles et d'autobus partout dans le monde5.
- Nous avons formé plusieurs partenariats clés entre des concepteurs canadiens de technologie et des constructeurs automobiles du monde entier6.

Applications mobiles : choix des priorités à court terme

L'électrification du transport grâce à l'utilisation de piles à combustible ferait monter en flèche la quantité d'énergie utile servant à la propulsion des véhicules en raison des énormes pertes d'énergie attribuables aux automobiles à moteur à combustion interne actuels – moins de 10 p. 100 des unités d'énergie consommées par ces véhicules servent à une fin utile. Ce fait à lui seul justifie que nous nous penchions sur les possibilités ci-après.

Projet de démonstration du parc de véhicules de BC Transit

Dans le cadre de l'autoroute de l'hydrogène, BC Transit fait la promotion du premier autobus à pile à combustible alimenté à l'hydrogène pour un réseau de transport en commun en milieu urbain. Selon la proposition, qui sera mise en œuvre pour les Jeux olympiques d'hiver de 2010, on utilisera de 15 à 20 autobus à Victoria et à Whistler.

Applications mobiles : questions à court terme

Sur quels débouchés à court terme devrions-nous mettre l'accent pour permettre au Canada de participer aux marchés de masse pour les véhicules à hydrogène?

Comment nous y prendrons-nous pour respecter les objectifs au chapitre du coût et du rendement qui sont établis par les cartes routières sur la commercialisation des piles à combustible de l'industrie?

Devrions-nous harmoniser nos objectifs avec les objectifs en matière de rendement du département de l'Énergie des États-Unis ou établir nos propres objectifs nationaux?

Le Canada devrait-il envisager d'établir un partenariat avec la Chine pour construire et mettre en circulation conjointement les 250 000 premières automobiles dans le monde?

Projets de démonstration de parcs d'autobus

Les autobus représentent moins de 1 p. 100 du nombre de véhicules en circulation en Amérique du Nord, mais leur utilisation concentrée en milieu urbain a des répercussions disproportionnées sur la santé publique. C'est pourquoi les autobus constituent l'une des applications qui se prêtent le mieux aux projets de démonstration portant sur les carburants de remplacement et les systèmes technologiques d'avant-garde dans les parcs de véhicules. Nous pouvons renforcer notre position de chef de file de la technologie des piles à combustible en étant à l'avant-garde des projets de démonstration se rapportant à des parcs d'autobus à hydrogène.

Le Canada a été le premier pays du monde à mettre sur la route des autobus alimentés par pile à combustible et il participe à plusieurs projets de démonstration actuellement en cours à l'étranger, par exemple :

- les programmes Transport urbain propre pour l'Europe (TUPE) et Systèmes de transport urbain écologique (STUE) réalisés par l'Union européenne, qui portent sur 30 autobus répartis dans 10 villes;
- le programme Sustainable Transport Energy for Perth (STEP) réalisé par l'Australie-Occidentale, qui porte sur trois autobus dans la ville de Perth;
- le programme des autobus à pile à combustible réalisé à Beijing par le Programme des Nations unies pour le développement et le Fonds pour l'environnement mondial.

Malgré leur envergure mondiale, ces projets de démonstration se limitent à trois autobus au maximum à un endroit donné. Malgré tout, ils peuvent contribuer à préparer le terrain pour la conversion à l'hydrogène des parcs d'autobus. À cet égard, nous pourrions :

- accroître la taille de nos parcs pour mettre à l'essai un plus grand nombre de véhicules et prouver leur faisabilité sur la route;
- tirer parti d'événements très médiatisés, par exemple, l'aménagement de l'autoroute de l'hydrogène et les Jeux olympiques d'hiver de Vancouver en 2010, pour montrer au reste du monde les véhicules de transport urbain alimentés à l'hydrogène;
- mettre à profit notre expérience dans les projets de démonstration internationaux dans le domaine du transport en commun afin de participer à des projets élargis à l'étranger et d'exporter les services canadiens.

Véhicules utilitaires hors route

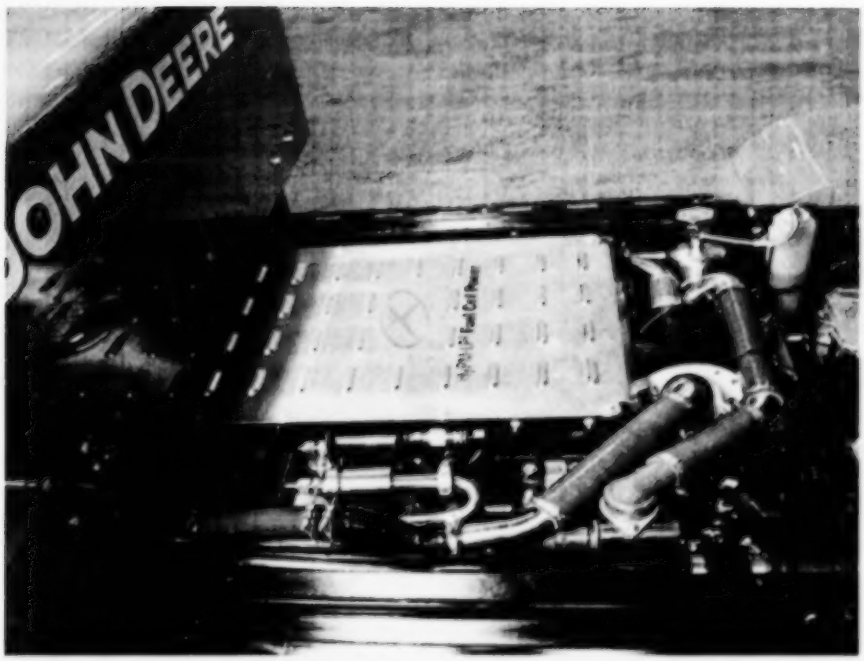
Un créneau initial se fait jour pour les véhicules utilitaires hors route alimentés par hydrogène, notamment les chariots élévateurs et les véhicules miniers. Ces véhicules, déjà à l'essai au Canada et aux États-Unis, offrent des possibilités dans tous les grands marchés mondiaux.

La meilleure tactique qui s'offre à nous consistera peut-être à miser sur la capacité des piles à combustible à remplacer les batteries au plomb et les moteurs à combustion interne dans les environnements spéciaux ou dangereux, tout en optimisant l'efficience, le rendement, la sécurité et la protection de l'environnement.

Moteurs à combustion interne alimentés à l'hydrogène

Le Canada développe actuellement des technologies axées sur des mélanges de carburants, par exemple, l'hydrogène combiné au diesel ou au gaz naturel comprimé, pour les camions, autobus et autres applications mobiles. Parmi les marchés possibles, mentionnons le secteur canadien de l'automobile et des parcs de véhicules, ainsi que les pays en développement qui envisagent les moteurs à combustion interne alimentés à l'hydrogène comme technologie de transition avant les véhicules à pile à combustible. À cet égard, nous pouvons :

- tirer parti de notre technologie pour développer de nouvelles capacités en matière de moteurs alimentés par a l'hydrogène ou par un mélange de carburants;
- comme l'Inde et la Chine ont récemment converti au gaz naturel comprimé ou liquéfié de vastes parcs de véhicules, considérer ces pays comme des marchés cibles pour les



Véhicule de démonstration à pile à combustible John Deere alimenté par le module d'alimentation HyPM d'Hydrogenics.
Source : Hydrogenics Corporation.

applications reposant sur les mélanges de carburants, par exemple, les autobus et les camions légers;

- mettre à profit l'adoption précoce de véhicules de livraison dotés d'un moteur à combustion interne alimenté à l'hydrogène ou par un mélange de carburants.

Véhicules hybrides

La technologie des véhicules hybrides essence-électriques pourrait se révéler une autre technologie de transition importante pour l'établissement d'un marché de masse pour les automobiles à pile à combustible. L'évolution récente de la situation aux États-Unis et au Japon fait déjà ressortir cette possibilité, qui pourrait offrir à l'industrie canadienne une occasion en or de faciliter la transition.

Le Canada pourrait mettre l'accent sur le renforcement des capacités relatives à la technologie des véhicules hybrides. Cela nous permettrait d'acquérir de l'expérience en ce qui a trait aux matériaux légers, aux mécanismes d'entraînement électrique et aux technologies d'accumulateur qu'exigera la production commerciale éventuelle de véhicules à pile à combustible.

Production de pièces, normes et essais

Le secteur des pièces automobiles pourrait acquérir de nouvelles capacités en matière de fabrication de composants auxiliaires pour les piles à combustible et de développement de matériaux perfectionnés pour les assemblages de piles à combustible. Compte tenu du petit nombre de modèles dans l'industrie ou de normes CSA ou ISO pour les composants de piles à combustible, nous pourrions aussi acquérir une expertise dans le domaine de l'élaboration de normes et de la mise à l'essai de matériaux pour ces piles. Par exemple, nous pourrions :

- mettre sur pied des installations pour les analyses comparatives et la mise à l'essai des composants de pile à combustible, afin d'assurer une homologation fiable par un organisme indépendant;
- acquérir une expertise de calibre mondial en matière de mesure et d'homologation de la qualité des piles à hydrogène et de l'exploitabilité de l'infrastructure de ravitaillement.

Objectifs de rendement du département de l'Énergie des États-Unis

Dans son plan de R-D pluriannuel[7], le département de l'Énergie des États-Unis a défini les objectifs suivants pour un système de pile à combustible de 80 kWe alimenté directement à l'hydrogène :

Durabilité	5 000 h
Résistance	capacité de démarrage par temps froid à -40°C
Puissance massique*	650 W/litre
Densité d'énergie*	650 W/litre
Coût du système*	45 US$/kW à raison de 500 000 unités par an

Si l'on présume que ces objectifs de rendement seront atteints d'ici à 2010, le département de l'Énergie des États-Unis envisage de prendre d'ici à 2015 la décision d'aller ou non de l'avant dans la commercialisation (en 2015, les coût seront ramenés à 30 US$/kW).

*Sans compter le stockage de H_2.

Délai de récupération à court terme

D'après les essais sur le terrain menés par Cellex Power, les clients accepteraient de payer le prix fort pour remplacer les chariots élévateurs électriques par des véhicules à pile à combustible en raison des gains de productivité et des besoins moindres en matière de charge d'accumulateur.

La durée de vie d'un chariot élévateur électrique est d'à peu près 10 ans, comparativement à environ 5 ans pour la durée nominale moyenne d'un accumulateur au plomb. Selon les estimations, le délai de récupération pour un chariot élévateur à pile à combustible serait d'un peu plus de deux ans.

Pile à combustible CX-P150 de Cellex, qui alimente un transpalette à conducteur Crown de catégorie 3 dans les applications de préparation des commandes.

Source : Cellex Power Products.

Groupes auxiliaires de puissance

À l'heure actuelle, les groupes auxiliaires de puissance utilisent un petit moteur à combustion interne à essence indépendant du moteur du véhicule, afin de fournir l'énergie, la chaleur et la climatisation pour les poids lourds. On pourrait remplacer ce moteur par une pile à combustible, ce qui améliorerait l'efficience tout en réduisant les émissions. Les groupes auxiliaires de puissance seraient également utiles pour d'autres applications du domaine des transports, par exemple, à bord des navires. Par conséquent, nous pourrions :

- faire fond sur les premiers efforts déployés par nos entreprises pour développer des groupes auxiliaires de puissance utilisant des piles PEMFC ou SOFC;
- explorer en priorité les marchés intérieurs et étrangers pour ces systèmes.

Applications mobiles : choix des priorités à moyen ou à long terme

Le développement dans ce secteur présente trois débouchés importants à moyen ou à long terme.

Véhicules à pile à combustible

Avec les infrastructures de ravitaillement connexes, la commercialisation des véhicules à pile à combustible se fera probablement à l'échelle mondiale. Le défi pour le Canada consistera à assurer sa présence sur ce marché malgré la concurrence des véhicules construits et achetés dans d'autres pays. Les entreprises canadiennes de l'industrie des piles à combustible pourraient resserrer les liens ou les partenariats établis avec les constructeurs automobiles américains, allemands, japonais et chinois et obtenir un mandat pour construire et mettre en circulation conjointement les 250 000 premières automobiles à pile à combustible dans le monde.

Parcs d'autobus à hydrogène

Les parcs d'autobus constituent une cible clé pour la réduction des émissions. Si nos projets de démonstration à court terme sont fructueux, nous pourrions continuer à développer pour les autobus à hydrogène une technologie d'avant-garde qui rejetterait très peu d'émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques, voire aucun. On pourrait alors entreprendre une démarche à grande échelle pour convertir les parcs d'autobus afin qu'ils soient alimentés par des piles à combustible et des moteurs à combustion interne à mélange de carburants.

Autres applications mobiles

À mesure que les marchés des véhicules à hydrogène et les infrastructures connexes prendront de l'expansion, d'autres applications telles que le transport ferroviaire, maritime et aérien se convertiront à l'hydrogène. À long terme, les systèmes de piles à hydrogène devraient dominer dans les transports terrestres et les groupes auxiliaires de puissance à hydrogène, dans les applications aériennes. Il serait utile d'évaluer les autres possibilités dans les marchés non classiques comme ceux du transport ferroviaire, aérien et maritime, en s'efforçant de tirer parti de nos compétences technologiques.

Applications mobiles : questions à moyen ou à long terme

Devrions-nous continuer de cibler les voitures particulières en tant que principal marché de masse pour les technologies de l'hydrogène et des piles à combustible?

Est-ce que le stockage de gaz comprimé offrira une autonomie suffisante pour répondre aux besoins des consommateurs?

Dans l'affirmative, comment nous y prendrons-nous pour maintenir la position du Canada sur ce marché lorsque les constructeurs automobiles étrangers prendront des mesures pour produire eux-mêmes leurs systèmes de piles à combustible?

Au développement de quelles autres applications mobiles à moyen ou à long terme pourrions-nous consacrer nos ressources?

Applications stationnaires

Les piles à combustible à l'hydrogène peuvent être utilisées dans différentes applications stationnaires, notamment pour :

- l'alimentation hors réseau et d'appoint;
- l'alimentation en électricité et le chauffage des habitations des bâtiments commerciaux;
- la production d'énergie répartie ou centralisée;
- les exploitations industrielles en région éloignée, par exemple, les mines.

Le Canada possède des capacités dans le domaine des petites applications stationnaires, mais non pour ce qui est des grandes, par exemple, les grandes centrales électriques. Certains produits en sont pratiquement à l'étape de la commercialisation, notamment les systèmes d'alimentation d'appoint pour les installations de serveurs et les applications de télécommunications, ainsi que pour la production d'énergie répartie.

Applications stationnaires : nos points forts

Nous possédons plusieurs avantages dans ce secteur.

- Nous sommes les chefs de file mondiaux de la commercialisation des piles PEMFC, alcalines et SOFC pour les petites applications.
- Nous avons la capacité de développer la technologie pour les petites applications du secteur résidentiel ou commercial et de l'alimentation d'appoint.
- Nous participons à 110 projets de démonstration portant sur des applications stationnaires partout dans le monde et avons formé plus de 25 alliances avec des entreprises du secteur de l'énergie et des partenaires internationaux.

Applications stationnaires : choix des priorités à court terme

Plusieurs débouchés à court terme s'offrent à nous, depuis les groupes électrogènes hors réseau jusqu'à la production d'énergie à grande échelle.

Alimentation hors réseau

Une application importante réside dans les petites filières énergétiques pour les endroits éloignés non raccordés au réseau électrique. Au Canada et ailleurs dans le monde, les systèmes reposant sur une énergie renouvelable peuvent remplacer les génératrices diesel en réduisant les coûts énergétiques, en améliorant l'environnement et en créant des emplois locaux. Nous pourrions :

- utiliser les sources d'énergie renouvelable locales pour faire la démonstration des systèmes alimentés à l'hydrogène dans les collectivités éloignées;
- tirer parti de la croissance rapide des besoins de pays comme la Chine et l'Inde, auxquels ces applications permettraient d'électrifier des collectivités éloignées ou rurales.

Alimentation des habitations

Le marché résidentiel japonais met l'accent sur les piles à combustible pour les petites applications stationnaires destinées aux habitations unifamiliales. Ce marché, qui devrait nécessiter une capacité de production de 10 000 MW d'ici à 2020, pourrait se révéler extrêmement porteur.

Alimentation sans interruption et alimentation d'appoint

La demande d'alimentation sans interruption et d'alimentation d'appoint plus fiable et respectueuse de l'environnement va en augmentant en raison des besoins des secteurs des finances, de la médecine, des communications et des affaires. De nombreux débouchés s'offrent à nous sur le marché canadien et nous pouvons aussi tirer parti de l'intérêt actuel de l'Europe et de l'Inde pour les solutions canadiennes en matière d'alimentation sans interruption et d'alimentation d'appoint.

Applications stationnaires : question à court terme

Plusieurs orientations s'offrent à nous dans le domaine des applications stationnaires. À court terme, quelles sont celles qui nous offriraient le mieux à participer aux premiers marchés en exploitant des créneaux et par la suite aux marchés de masse des applications stationnaires?

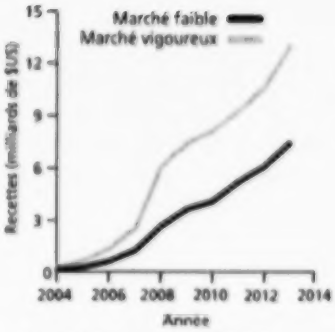


Figure 12. Recettes provenant de la vente de piles à combustible stationnaires, marché mondial, de 2004 à 2013

Source : ABI Research, 2005. ©Tous droits réservés. Figure reproduite avec la permission d'ABI Research.

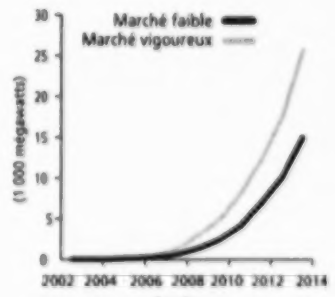


Figure 13. Marché des piles à combustible stationnaires, capacité de production d'électricité, de 2004 à 2013

Source : ABI Research, 2005. ©Tous droits réservés. Figure reproduite avec l'autorisation d'ABI Research.

Possibilités de projets de démonstration dans des collectivités éloignées

Plus de deux millions de Canadiens vivent dans 310 collectivités éloignées, dont 130 ne sont pas raccordées au réseau électrique. L'adoption des piles à combustible dans les habitations, les entreprises et les bâtiments de service permettrait de remplacer les génératrices diesel afin de créer des microréseaux non polluants pour ces collectivités.

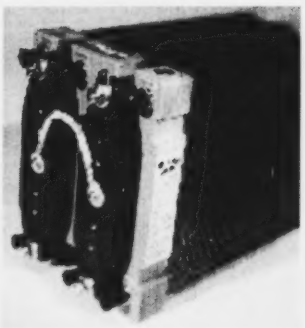
Alimentation d'appoint pour les applications essentielles

La société Hydrogenics, établie à Mississauga, fournit 25 modules d'alimentation à pile à combustible à American Power Conversion Corporation, principal fournisseur mondial de systèmes haute disponibilité pour l'infrastructure matérielle réseau essentielle. Les systèmes seront intégrés aux appareils d'alimentation d'appoint à l'appui des applications énergétiques cruciales qui exigent une grande fiabilité et un fonctionnement prolongé.

Piles à combustible haute température

Le réseau Energy Innovation (Energy INet), qui a été lancé récemment, est un réseau national réunissant des intervenants du secteur de l'industrie. Il s'est montré très intéressé à explorer la technologie des piles à combustible haute température.

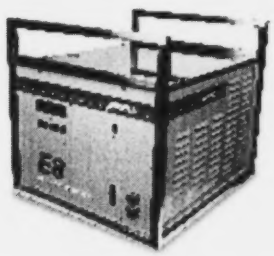
Destiné à assurer un lien efficace et adapté entre les défis énergétiques d'aujourd'hui et les innovations de demain, Energy INet pilote la démarche amorcée pour créer un réseau canadien sur les piles à oxyde solide, qui réunira les universités, les établissements de R-D, le secteur public et l'industrie. Ce réseau favorisera une approche stratégique et intégrée axée sur la collaboration pour la R-D portant sur les technologies de piles SOFC de manière à aider l'industrie à amener la technologie à l'étape de la commercialisation.



Systèmes de cogénération résidentiels

En février 2005, un partenariat réunissant Tokyo Gas et Ebara-Ballard Corp. a lancé sur certains marchés japonais les tout premiers systèmes de cogénération à pile à combustible destinés au marché résidentiel. Deux cents ménages auront accès à ces systèmes d'ici à la fin de l'exercice 2005 et on prévoit que leur utilisation sera très répandue d'ici à l'exercice 2008.

Source : Ballard Power Systems.



Génératrice portative Astris de modèle E8 pour les applications portables et l'alimentation d'appoint, ayant un rendement maximal supérieur à 60 p. 100.

Source : Astris Energi Inc.

Production d'énergie répartie

La production d'énergie répartie mise sur les petits systèmes de production répartie situés à l'endroit même où on utilise l'énergie. L'hydrogène, produit localement grâce à des sources renouvelables intermittentes, par exemple, l'énergie éolienne ou solaire, pourrait alimenter ces systèmes. En utilisant l'hydrogène pour stocker l'énergie produite par ces sources intermittentes, on régule l'approvisionnement tout en réduisant le coût de l'énergie.

Les pays en développement dotés de sources d'énergie intermittentes sont des clients potentiels pour la production d'énergie répartie. Mentionnons à titre d'exemple les projets d'électrification rurale en Inde et en Chine.

Démonstration de petits systèmes

Il serait possible d'améliorer les technologies et de créer des marchés en faisant la démonstration de systèmes évolutifs de piles à combustible pour des applications stationnaires au Canada et à l'étranger. Ces systèmes en sont déjà à l'étape de la démonstration au Canada pour des applications résidentielles, l'alimentation sans interruption ou l'alimentation d'appoint et la cogénération. On pourrait multiplier les efforts en ce sens et assurer un suivi à mesure que les débouchés se dessineront ici.

Production d'énergie pour les grandes applications stationnaires

Le Canada peut miser sur son expertise concernant les petites applications stationnaires en développant une nouvelle capacité dans le domaine des piles à combustible haute température pour la production d'énergie à grande échelle. Nous pouvons aussi utiliser des systèmes stationnaires pour optimiser le réseau électrique actuel. Différentes mesures sont à notre portée, par exemple :

- former un partenariat international pour attirer un fabricant de piles à combustible haute température et permettre le transfert de technologie et l'octroi d'un mandat de production aux entreprises canadiennes;
- explorer les grands systèmes de cogénération à pile à combustible aux États-Unis, qui pourraient offrir des débouchés importants pour cette technologie;
- par l'intermédiaire du gouvernement fédéral, favoriser la mise sur pied du réseau canadien des piles à oxyde solide (SOFC) proposé par Energy INet, ce qui nous permettrait d'explorer de nouvelles possibilités dans la commercialisation d'applications stationnaires et d'acquérir une nouvelle expertise faisant fond sur nos connaissances actuelles concernant ce type de piles.

Écrêtement de la demande de pointe

Nombre d'industries réduisent l'utilisation de l'électricité du réseau au cours des périodes de pointe. On appelle cette technique « écrêtement de la demande de pointe ». Les applications de l'hydrogène et des piles à combustible pourraient offrir des solutions aux entreprises qui utilisent cette stratégie pour atténuer leur dépendance à l'égard des sources d'alimentation externes au moment où les coûts énergétiques sont à leur maximum.

Applications stationnaires : questions à moyen ou à long terme

Le Canada devrait-il se doter d'une expertise dans le domaine des grosses piles à combustible haute température pour la production d'énergie à grande échelle?

Le Canada devrait-il élaborer un plan d'action pour le déploiement de piles à combustible stationnaires dans ses collectivités éloignées?

Applications portables

Le marché mondial des piles à combustible pour les applications portables a enregistré une croissance de 75 p. 100 en 2004. Le Canada se dote actuellement d'une certaine expertise sur le marché intérieur. Toutefois, grâce à leurs circuits de distribution et à leurs ententes de licence, les grands constructeurs japonais, taïwanais, chinois et coréens prendront probablement les devants dans la diffusion des produits sur les marchés de masse. Néanmoins, les applications portables et spécialisées peuvent s'avérer une source de recettes immédiate pour soutenir l'industrie des piles à combustible au cours des cinq à dix prochaines années. Le Canada peut aussi s'associer avec des multinationales dans le secteur du matériel électronique grand public; ces entreprises ont une grande capacité de production et disposent de réseaux de marketing et de distribution bien établis.

Applications portables : nos points forts

Nous avons deux grands points forts dans le secteur.

- Nous nous dotons actuellement d'une capacité dans le domaine des micropiles à combustible.
- Nous avons une bonne capacité de recherche-développement et de déploiement en ce qui a trait aux premiers produits de créneau, notamment les groupes auxiliaires de puissance pour les applications portables, dont certaines servent à des fins militaires. Le secteur de la défense, qui pourrait être l'un des premiers à adopter ces applications, est disposé à payer le prix fort pour obtenir des produits répondant mieux à ses besoins.

Applications portables : choix des priorités à court terme

Les deux grands débouchés qui s'offrent à nous découlent de nos points forts dans le domaine.

Micropiles à combustible

Le Japon domine nettement dans la production de piles à combustible pour le matériel électronique portable grand public. La technologie de l'alimentation directe au méthanol est actuellement à l'essai pour ces applications, tout comme d'autres technologies, notamment les piles PEMFC, l'alimentation directe par acide formique, les électrolytes, la technologie au silicium et de nouvelles architectures, par exemple, les piles à réactif mixte.

La meilleure mesure qui s'offre à nous sera peut-être de miser sur la capacité émergente des entreprises canadiennes à développer des technologies d'avant-garde pour ces applications. Il est probable que l'on fabriquera un volume élevé à l'extérieur du Canada, mais nous pourrions jouer un rôle dans le développement et la conception de ces technologies.

Applications militaires

Les applications militaires nécessitant des blocs-piles et des systèmes d'alimentation sans interruption portables offrent des débouchés. Il s'agit d'un petit marché pour ce qui est du nombre d'appareils requis, mais il pourrait s'avérer une source de recettes élevées.

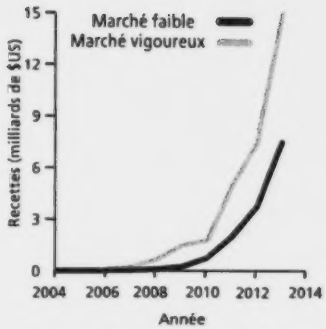
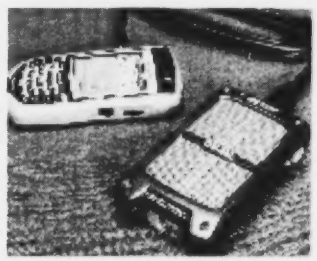


Figure 14. Prévisions de recettes provenant de la vente de véhicules à pile à combustible, marché mondial, 2004-2013

Source : ABI Research, 2005. ©Tous droits réservés. Figure reproduite avec l'autorisation d'ABI Research.



Le module G2 alimente n'importe quel dispositif électronique muni d'un connecteur d'alimentation USB, notamment les téléphones cellulaires, les assistants numériques personnels et les appareils photo numériques.

Source : Angstrom Power.

Applications portables : questions à court terme

À la lumière de ce qui précède, le Canada devrait-il ou non développer des applications de micropiles à combustible?

Comment assurerait-on la mise à disposition et le stockage de l'hydrogène ou d'autres combustibles pour ces piles si leur utilisation devenait généralisée?

États-Unis

Les États-Unis participent à de vastes projets de démonstration de l'hydrogène et des piles à combustible et représentent pour le Canada le marché d'exportation le plus important et le plus accessible pour ce secteur. En fait, l'industrie canadienne de l'hydrogène et des piles à combustible enregistre déjà sur le marché américain près de 16 p. 100 de ses recettes totales et l'industrie canadienne réalise aux États-Unis 45 p. 100 de ses travaux de recherche-développement et de déploiement.

Le marché américain est régi par les objectifs nationaux, entre autres la sécurité et la fiabilité énergétiques, la qualité de l'air, le développement industriel et la production de richesse. Comme le Canada a déjà largement pénétré le marché, nous sommes bien placés pour participer à la prochaine série de projets de recherche-développement et de déploiement aux États-Unis pour ces domaines. Par exemple, les programmes axés sur les grands parcs de véhicules et les projets d'infrastructure offrant des possibilités de recettes considérables pour l'industrie canadienne de l'hydrogène et des piles à combustible.

Le Canada et les États-Unis collaborent déjà pour instaurer la nouvelle donne énergétique nord-américaine. En 2004, ils ont fait connaître leur intention d'élargir les partenariats technologiques pour promouvoir des filières énergétiques propres et efficaces et appuyer des projets d'infrastructure conjoints grâce à l'octroi de fonds dédiés. De plus, les travaux en cours du Partenariat international pour l'économie de l'hydrogène et les mécanismes tels que le Partenariat nord-américain pour la sécurité et la prospérité aideront à établir les cadres de réglementation nécessaires pour la commercialisation du marché nord-américain de l'hydrogène.

Avantages pour le Canada

- Marchés de l'énergie et de l'automobile déjà intégrés à ceux des États-Unis
- Proximité géographique
- Capacités complémentaires
- Alliances stratégiques avec les fabricants de matériel

Débouchés

- Applications commerciales dans le secteur de l'automobile
- Autobus, véhicules utilitaires et alimentation sans interruption
- Applications militaires
- Infrastructure de ravitaillement et purification de l'hydrogène
- Gros systèmes de piles à combustible servant à la cogénération

Possibilités d'action

- Grâce à des programmes de démonstration, en cours ou nouveaux, lancer d'autres projets conjoints Canada–États-Unis tels que l'autoroute de l'hydrogène de la côte Ouest.
- Créer un programme canado-américain de R-D sur les piles PEMFC.
- Mobiliser les fabricants de matériel et de pièces automobiles au Canada.
- Attirer l'investissement dans les technologies de transition au Canada, par exemple, les véhicules électriques et hybrides, les moteurs à combustion interne alimentés à l'hydrogène et les véhicules à mélange de gaz naturel et d'hydrogène.

Union européenne

L'Union européenne représente environ 16 p. 100 du marché mondial de l'énergie et elle importe à peu près la moitié de l'énergie nécessaire aux pays membres. Les sources de gaz et d'énergie nucléaire remplacent la production d'énergie classique utilisant comme source primaire le pétrole et le charbon. On s'attend à ce que les émissions de CO_2 aillent en augmentant par suite de l'accroissement de la consommation de gaz et l'Union européenne aura besoin de nouvelles initiatives majeures pour atteindre ses objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre en vertu du Protocole de Kyoto.

Au sein de l'Union européenne, la R-D sur l'hydrogène et les piles à combustible est dictée par les préoccupations relatives à l'environnement, à la sécurité énergétique et à la compétitivité de l'industrie. Les applications du secteur de l'automobile et des transports sont la principale cible des organisations de l'Union européenne travaillant dans le domaine de l'hydrogène et des piles à combustible. Toutefois, le prix élevé de l'électricité stimule la recherche visant à intégrer les applications des piles à combustible stationnaires et une énergie renouvelable.

L'adoption d'une approche commune à l'échelle du continent en ce qui a trait au développement de la nouvelle donne énergétique assure un financement considérable et suscite une collaboration dans le cadre des programmes propres à chaque pays. Ces programmes de l'Union européenne dans le domaine de l'hydrogène et des piles à combustible visent à appuyer et à renforcer les activités nationales, à promouvoir les partenariats public-privé et à financer les projets de réglementation et d'éducation ainsi que les autres projets relatifs à l'hydrogène paneuropéenne.

Avantages pour le Canada

- Harmonisation avec l'Union européenne pour l'élaboration de codes et de normes
- Capacité de miser sur les projets de démonstration à grande échelle comme le programme Transport urbain propre pour l'Europe (TUPE)
- Liens entre la Canada et les pays scandinaves et similitudes avec ces pays sur le plan géographique et démographique
- Intégration de la technologie de l'hydrogène et des piles à combustible à des sources d'énergie renouvelable

Débouchés

- Systèmes de piles à combustible et alimentation sans interruption pour le marché résidentiel
- Matériel d'essai des piles à combustible
- Solutions pour le stockage d'hydrogène haute pression
- Production d'hydrogène par électrolyse, intégrée avec des sources d'énergie éolienne et solaire et des microcentrales
- Autobus à pile à combustible

Possibilités d'action

- Continuer de travailler en parallèle avec l'Agence internationale de l'énergie et l'Organisation internationale de normalisation (ISO) pour assurer l'accès du Canada au marché des pays de l'Union européenne.
- Recueillir de l'information sur les stratégies et les cadres de l'Union européenne.
- Mener des campagnes de promotion et de sensibilisation ainsi que des activités de partenariat dans les pays cibles tels que le Royaume-Uni, l'Allemagne et les pays scandinaves.

Japon

Compte tenu de sa population nombreuse, de sa vaste assise industrielle et de son manque de ressources naturelles, le Japon envisage d'avoir recours à l'hydrogène et aux piles à combustible pour atténuer sa dépendance à l'égard des systèmes énergétiques à base de combustibles fossiles qu'il utilise actuellement, lesquels entraînent des coûts élevés et polluent l'environnement. La sécurité et la fiabilité énergétiques ainsi que la protection environnementale et le développement économique sont les principaux éléments à l'origine de l'intérêt des Japonais pour la nouvelle donne énergétique.

La majeure partie de la R-D japonaise sur l'hydrogène et les piles à combustible est financée par l'Institut japonais de recherche sur l'automobile, le ministère de l'Économie, du Commerce et de l'Industrie et l'Association japonaise du gaz. Un budget triennal de 30,7 millions de yens (environ 316 millions de dollars canadiens), proposé en 2003, représenterait un niveau d'investissement public surpassé uniquement par celui des États-Unis. Dans le secteur privé, différentes entreprises des industries de l'énergie, de la machinerie et des produits chimiques se lancent aussi sur le marché des piles à combustible.

Au début de 2005, après avoir fait le marketing de cette technologie pour le matériel de télécommunications d'appoint et les centres de données, le Japon a annoncé le premier lancement commercial d'une technologie de pile à combustible stationnaire pour le marché résidentiel. Dans le secteur des transports, l'industrie japonaise de l'automobile devrait tirer parti de sa position dominante sur le marché des véhicules hybrides au cours des prochaines années. De plus, elle s'est fixé comme objectif de mettre 50 000 véhicules à pile à combustible sur les routes du Japon d'ici à 2010. La demande des fournisseurs d'énergie, des constructeurs automobiles, des constructeurs d'habitations et des entreprises d'électronique devrait créer des marchés se chiffrant à 3,9 milliards de dollars canadiens pour l'hydrogène et les piles à combustible.

Avantages pour le Canada

- Nouvel accord économique cadre conclu entre le Japon et le Canada, intitulé Cadre économique Canada-Japon, qui prévoit des priorités comme l'élargissement de

la collaboration entre les deux pays dans le domaine des sciences et de la technologie, de l'énergie et du changement climatique
- Antécédents en matière de partenariats avec le Canada et d'investissement direct au Canada
- Participation à l'élaboration de codes et de normes
- Intégration de l'hydrogène et des piles à combustible à des sources d'énergie renouvelable et possibilité d'intégration à l'énergie nucléaire

Débouchés
- Piles à combustible pour le marché résidentiel
- Matériel d'essai des piles à combustible
- Technologie de stockage de l'hydrogène haute pression
- Production d'hydrogène par électrolyse
- Purification de l'hydrogène
- Approvisionnement en hydrogène liquide
- Infrastructure de ravitaillement
- Codes et normes de sécurité

Possibilités d'action
- Explorer les possibilités d'accroissement de l'investissement direct au Canada et celles liées à l'intégration des sources d'énergie renouvelable, de l'énergie nucléaire et de l'hydrogène.
- Transférer au Japon les connaissances dans le domaine des codes et des normes.
- Partager avec le Japon les connaissances et l'expertise concernant les stations service à hydrogène.

Marchés en émergence

Dans les pays en développement, la croissance économique rapide suscite une demande d'énergie phénoménale. La Chine et l'Inde, en particulier, auront une influence majeure sur l'industrie de l'hydrogène et des piles à combustible, à mesure que le renforcement de leur capacité technique et manufacturière aura une incidence de plus en plus grande sur les circuits d'approvisionnement mondiaux.

Ces pays offrent des débouchés prodigieux et les technologies nouvelles pourraient notamment y surclasser les technologies classiques. Le partage à court terme des technologies et l'établissement de nouveaux partenariats favoriseront une commercialisation fructueuse au Canada de même que la pénétration à long terme du marché étranger.

Chine

La Chine a un besoin urgent d'énergie et de ressources naturelles pour soutenir sa croissance. La R-D chinoise sur l'hydrogène et les piles à combustible est dictée par les préoccupations concernant l'approvisionnement, la distribution et la sécurité énergétiques ainsi que par les problèmes de qualité de l'air et la volonté de dominer le secteur de la fabrication.

L'hydrogène et les piles à combustible sont au cœur même de la stratégie chinoise de développement scientifique et technologique à long terme. Jusqu'à présent, la Chine a investi environ 2,8 milliards de dollars canadiens dans la recherche-développement et la déploiement portant sur les piles à combustible et l'infrastructure. Ces activités mettaient l'accent sur les applications portables, stationnaires et mobiles de même que sur la production d'hydrogène utilisant comme source primaire l'énergie solaire, la biomasse, le gaz naturel et le charbon.

Avantages pour le Canada
- Partage de connaissances et d'expertise
- Activités actuellement menées en Chine par l'industrie canadienne du gaz naturel
- Conditions propices à un premier marché de masse permettant de prendre les devants
- Possibilité de tirer parti de la connaissance canadienne de la technologie de l'hydrogène pour acquérir une expertise en fabrication
- Leadership dans les projets de démonstration d'autobus à pile à combustible

Débouchés
- Technologies de production d'hydrogène utilisant comme source primaire le charbon épuré
- Stockage d'hydrogène utilisant des technologies à l'état solide et haute pression
- Production d'énergie répartie
- Infrastructure de ravitaillement et purification de l'hydrogène
- Autobus et vélomoteurs à pile à combustible
- Assemblages et systèmes de piles à combustible
- Production d'hydrogène par électrolyse
- Construction d'automobiles à pile à combustible en série
- Solutions clé en main

Possibilités d'action
- Établir un cadre pour résoudre les problèmes de propriété intellectuelle, par exemple, conclure avec la Chine un accord sur la promotion et la protection des investissements étrangers ou des ententes sur la propriété intellectuelle facilitées par des négociations de gouvernement à gouvernement.
- Continuer de participer aux négociations bilatérales et multilatérales pour assurer un accès adéquat aux marchés dans l'avenir.
- Appuyer les ateliers et les activités du Conseil national de recherches portant sur les codes et les normes.
- Proposer des solutions intégrées en misant sur la position dominante du Canada grâce à des consortiums.
- Appuyer la création de consortiums entre le Canada et la Chine, comme la Canada-China Hydrogen and Fuel Cell Coalition.

Inde

L'Inde, qui se classe au deuxième rang mondial pour la population, est dotée d'une énorme classe moyenne en croissance rapide et d'une économie prospère. La déréglementation et les réformes réalisées dans les années 90 ont assaini le climat d'investissement et amélioré la position concurrentielle de l'industrie indienne. Le passage à la nouvelle donne énergétique est dicté par les préoccupations concernant la qualité de l'air, l'électrification rurale, la sécurité et la fiabilité énergétiques ainsi que l'énergie consommée.

Dans un pays où les transports absorbent près de la moitié de la consommation d'énergie, les technologies de l'hydrogène et des piles à combustible sont considérées comme un moyen d'améliorer la qualité de l'air dans les villes indiennes très polluées. L'Inde est intéressée à adopter des mélanges d'hydrogène et de gaz naturel comprimé pour faire rouler les pousse-pousse, les autobus et les camions et à développer des moteurs à combustion interne alimentés à l'hydrogène. Deux millions de pousse-pousse ont récemment été convertis au gaz naturel comprimé et à Delhi, qui est la ville la plus polluée du monde, on doit convertir les autobus au gaz naturel.

Avantages pour le Canada
- Partage de connaissances et d'expertise
- Activités actuellement menées en Inde par l'industrie canadienne du gaz naturel
- Conditions propices à un premier marché de masse permettant de prendre les devants
- Expertise en matière de systèmes d'électrolyse et de moteurs à combustion interne alimentés par un mélange renfermant de l'hydrogène
- Conclusion d'un accord conjoint visant à accroître la coopération entre le Canada et l'Inde dans le domaine des sciences et de la technologie ainsi que de l'énergie

Débouchés
- Mélanges d'hydrogène et de gaz naturel comprimé pour les moteurs à combustion interne dans les autobus, les camions et les petits véhicules
- Production d'énergie répartie
- Production d'hydrogène par électrolyse utilisant comme source primaire l'énergie solaire et la biomasse
- Infrastructure de ravitaillement et purification de l'hydrogène
- Solutions de systèmes pleinement intégrés pour l'alimentation sans interruption dans le secteur de la technologie de l'information
- Solutions clé en main

Possibilités d'action
- Conclure des protocoles d'entente entre les organismes de recherche et les gouvernements, portant précisément sur les moteurs à combustion interne alimentés à l'hydrogène ou par des mélanges qui en contiennent.
- Faire connaître la capacité et la technologie canadiennes en intensifiant notre présence grâce à des missions d'enquête, à des conférences et à d'autres activités.
- Élaborer des politiques en matière de propriété intellectuelle pour protéger la position dominante du Canada et favoriser les alliances avec le Canada.

Véhicule à pile à combustible John Deere à une station service distribuant de l'hydrogène

Source: Hydrogenics Corporation.

Renforcement de l'industrie

Une fois mise en œuvre, la stratégie nationale sur l'hydrogène et les piles à combustible mettra l'accent sur le développement d'une industrie de l'énergie qui offrira en bout de ligne une solution énergétique durable à long terme pour le Canada et le reste du monde. La présente section du document indique plusieurs mesures que nous pouvons prendre à court terme pour tirer parti des débouchés exposés dans les sections précédentes et résoudre les problèmes prioritaires. Ces mesures, qui englobent les outils, les politiques et les initiatives, pourraient être prises dans plusieurs domaines cruciaux : recherche-développement; démonstration et déploiement; formation, sensibilisation et vulgarisation; réglementation; coordination, analyse et promotion.

Ce document n'a pas pour ambition de faire connaître des solutions toutes faites. Il vise plutôt à formuler des questions dont les réponses peuvent nous aider à élaborer la stratégie et le plan d'action de façon réaliste. Nous nous attachons donc à définir les possibilités et à les classer par ordre de priorité, à faire participer toutes les parties intéressées à un effort concerté pour répondre aux besoins du secteur et à choisir les mesures à court terme les plus efficaces que les groupes d'intervenants peuvent prendre pour atteindre les grands objectifs du Canada pour le secteur.

Exploitation de débouchés immédiats et à court terme

Les entreprises canadiennes qui s'assurent une part des premiers marchés parviendront fort probablement à prendre une longueur d'avance pour ce qui est de la capacité en matière de technologie et de production. Elles seront ainsi mieux en mesure de tirer parti des possibilités sur les marchés intermédiaires ou matures. Différentes mesures permettraient de renforcer cette capacité et de disposer dès le début d'une source de revenu qui assurerait la viabilité de l'industrie canadienne, par exemple :

- Nous pouvons trouver des moyens d'optimiser les recettes en participant davantage aux marchés de recherche-développement et du déploiement dans le monde entier. Notre réputation internationale au chapitre de la qualité et de l'expertise, associée à notre réseau de partenariats, devrait contribuer à nous assurer une bonne position dans les marchés de demain. Toutefois, il faut agir sans tarder, car la concurrence dans les marchés de la recherche-développement et de la s'intensifie à mesure que d'autres pays renforcent leurs propres capacités.
- La plupart des grands marchés, notamment le Japon et les États-Unis,

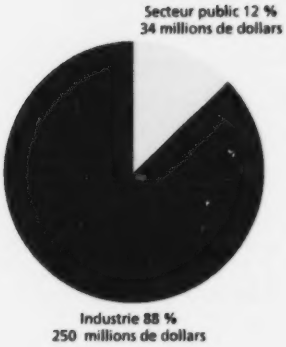


Figure 15. Investissements dans la recherche-développement relative aux piles à combustible au Canada, 2003

Source : *Profil de l'industrie canadienne de l'hydrogène et des piles à combustible de 2004*, gouvernement du Canada, Piles à combustible Canada et Pricewaterhouse Coopers.

se sont fixé des objectifs en matière de technologie et de rendement concordant avec leurs priorités particulières relatives à l'économie, à l'énergie et à l'environnement. Les entreprises canadiennes, en particulier celles qui ont formé des partenariats avec leurs homologues dans ces marchés, pourraient harmoniser avec ces objectifs leurs activités intérieures de recherche-développement et de déploiement. Cette mesure pourrait accroître notre participation aux activités de recherche-développement et de déploiement à l'étranger et les recettes que nous en tirons.

- Nous pouvons établir nos propres objectifs nationaux en matière de rendement et d'adoption des technologies en fonction des applications à développer.
- Nous mènerons à terme et élargirons nos grands projets de démonstration actuels et en créerons de nouveaux ici même au Canada.
- Nous pouvons nous efforcer de tirer des recettes des créneaux existants tels ceux décrits dans les sections précédentes – par exemple, les véhicules industriels légers et les applications portables ou mobiles.

Création d'une approche équilibrée pour la recherche-développement et le déploiement

À l'heure actuelle, le Canada joue un rôle prédominant dans l'industrie mondiale des piles à combustible. Toutefois, la technologie d'avant-garde canadienne risque de perdre de la valeur à mesure que l'industrie évoluera. Pour maintenir notre position de chef de file, nous devons déterminer non seulement le niveau d'investissement dans la R-D qui nous permettra d'atteindre nos objectifs de réduction du coût de la technologie et d'accroissement de son rendement, mais aussi les domaines clés à privilégier à cet égard. L'industrie, le secteur public et le milieu universitaire devraient continuer de collaborer au chapitre du développement appliqué, de la précommercialisation et de la recherche fondamentale pour réaliser des percées scientifiques.

La progression du secteur de l'hydrogène et des piles à combustible nous obligera à franchir différentes étapes du développement de l'industrie, par exemple :

- R-D fondamentale;
- recherche appliquée et développement de produits;
- travaux techniques et essais;
- élaboration de codes et de normes;
- projets de démonstration de la technologie;
- essais sur le marché;
- déploiement de parcs de véhicules;
- production et ventes.

Différentes technologies au sein du secteur se trouvent maintenant à des étapes différentes du processus de commercialisation. Des difficultés à n'importe laquelle de ces étapes peuvent ralentir le progrès en général, mais l'appui à la commercialisation des applications de créneau aidera à résoudre les problèmes techniques et les problèmes sur le marché, à aménager des infrastructures pour le ravitaillement en hydrogène et à accélérer la commercialisation à grande échelle des applications dans l'industrie automobile. Jusqu'à présent, l'industrie canadienne de l'hydrogène et des piles à combustible a joué un rôle prédominant dans la R-D au Canada. Les universités et les laboratoires publics unissent leurs efforts et s'associent avec des entreprises dans le cadre de projets précis, mais il n'y a actuellement aucune stratégie nationale concertée sur la R-D pour le secteur. À mesure que le secteur évoluera, il deviendra de plus en plus nécessaire de redoubler d'efforts à l'appui de la R-D tant au niveau des entreprises qu'au niveau précommercial. Il faut mener des travaux de recherche concertée, particulièrement de recherche fondamentale, afin de réaliser des percées technologiques cruciales si l'on veut parvenir à la viabilité commerciale.

À cette fin, on doit pouvoir compter sur un modèle de R-D approprié qui favorisera une approche plus ciblée et coordonnée à l'échelle nationale en matière de R-D. Ce type de modèle s'impose pour permettre au Canada de soutenir la concurrence mondiale et de tirer le maximum des universités et

des organismes de recherche publics qui soutiennent l'industrie.

Une stratégie de recherche-développement et de déploiement plus centralisée pourrait aussi faire en sorte que le financement public assure un équilibre entre les besoins de la recherche fondamentale et appliquée. Cette stratégie, qui appuierait la recherche menée directement par l'industrie, réglerait les problèmes de capacité et de transfert de technologie, afin que les universités et les organismes publics jouent un rôle de premier plan dans la recherche fondamentale nécessaire pour réaliser des percées scientifiques. Ainsi, tout en veillant à ce que la R-D fondamentale soit en harmonie avec les besoins futurs de l'industrie, le gouvernement serait en mesure d'aider l'industrie à réaliser elle-même la R-D portant sur ses produits exclusifs. Cette façon de procéder pourrait accélérer la progression de l'industrie dans la réalisation des percées technologiques nécessaires pour assurer la commercialisation à grande échelle des technologies de l'hydrogène et des piles à combustible.

Mesures possibles

Déterminer les défis cruciaux inhérents à la R-D pour les travaux menés au cours des cinq prochaines années; entre autres, définir les besoins en ressources, les partenaires et les mécanismes d'exécution. Les résultats de cette analyse seront un élément clé de la Stratégie nationale.

Élaborer et mettre en œuvre une stratégie nationale concertée sur la R-D pour les technologies de l'hydrogène et des piles à combustible. Cette stratégie aurait une double finalité : mettre l'accent sur les défis cruciaux inhérents à la R-D pour les entreprises et favoriser une approche plus concertée à l'égard de la R-D portant sur l'hydrogène et les piles à combustible au Canada. Le nouveau modèle proposé mettrait en lumière les obstacles technologiques auxquels se heurte l'industrie au Canada et les moyens optimaux pour y remédier. À cette fin, on propose une approche reposant sur un consortium pour chaque domaine clé du secteur au Canada. Différentes organisations peuvent jouer un rôle de premier plan en coordonnant chacun de ces réseaux de R-D ciblée si ses participants le jugent approprié. Une de ces initiatives axée sur la technologie des piles SOFC est déjà amorcée. La création de réseaux similaires pour les technologies des piles PEMFC et de l'hydrogène pourrait être une autre option.

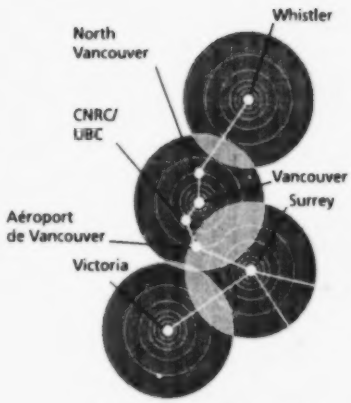
Mesure possible

Proposer que le Canada lance un appel d'offres pour la R-D sur les piles PEMFC en parallèle à celui d'une valeur de 100 millions de dollars américains lancé par les États-Unis. Le but commun serait d'élaborer des technologies de pointe afin de commercialiser les piles à combustible pour des applications mobiles ou stationnaires. L'appel d'offres mettrait l'accent sur le coût, le rendement, la fiabilité, la durabilité et la sécurité, c'est-à-dire tous les éléments qu'il nous faut régler avant de pouvoir réaliser nos objectifs. L'initiative proposerait la concertation des efforts et le partage des coûts entre l'industrie, les universités et les organismes de recherche à l'appui de la R-D nécessaire. Cette initiative représenterait la première étape de l'élaboration d'un cadre de R-D pour créer la nouvelle donne énergétique en Amérique du Nord.

Instauration de l'économie nord-américaine de l'hydrogène

Le gouvernement du Canada et celui des États-Unis explorent actuellement des domaines et des mécanismes en vue d'accroître la collaboration dans la recherche-développement et le déploiement de l'hydrogène et des piles à combustible. Le but est de doter les deux pays d'un avantage concurrentiel dans le secteur mondial de l'hydrogène et des piles à combustible et de faire en sorte qu'ils bénéficient des retombées du passage de l'Amérique du Nord à une nouvelle donne énergétique à l'échelle du continent. Cette initiative revêt une importance capitale pour le Canada; notre industrie investit plus de 200 millions de dollars par an dans la recherche-développement et le déploiement, mais cela ne suffit pas à préserver l'avantage concurrentiel du Canada.

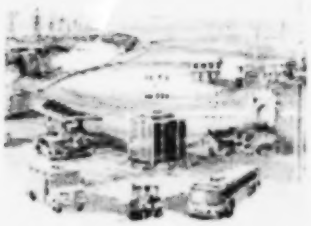
Par ailleurs, la collaboration va dans le sens de l'engagement du Canada en faveur du Partenariat nord-américain pour la sécurité et la prospérité, et l'hydrogène constitue une priorité sous l'égide du Groupe de travail sur l'énergie. En plus de favoriser l'élaboration



Colombie Britannique, Canada

Le réseau de l'autoroute de l'hydrogène de l'Ouest, qui relie la Colombie-Britannique au sud de la Californie

Source : L'appellation « British Columbia Hydrogen Highway » est une appellation commerciale adoptée par Piles à combustible Canada, qui remercie B.C. Hydro, Methanex et le Conseil national de recherches du Canada de lui avoir fait don de cette appellation.



Partenariats entre le secteur public et l'industrie

Le Village de l'hydrogène de Toronto, l'autoroute de l'hydrogène de la Colombie-Britannique et le Programme de Vancouver sur les véhicules à piles à combustible sont le fruit de partenariats réunissant le gouvernement du Canada, Partenariat technologique Canada, le Programme des adhérents pionniers h_2, l'Alliance canadienne sur les piles à combustible dans les transports, le Programme ontarien d'innovation dans le domaine des piles à combustible, Technologies du développement durable Canada et la Stratégie de l'hydrogène de la Colombie-Britannique.

d'un cadre de réglementation commun et la mise en place d'une infrastructure pour l'hydrogène à l'échelle du continent, la collaboration du Canada et des États-Unis contribuerait à la réalisation de nos objectifs en matière de technologie et de commercialisation et représenterait un excellent moyen de sensibiliser les consommateurs aux filières énergétiques reposant sur l'hydrogène.

Mesure possible

Proposer que le Canada lance un appel d'offres pour la R-D sur les piles PEMFC en parallèle à celui d'une valeur de 100 millions de dollars américains lancé par les États-Unis. Le but commun serait d'élaborer des technologies de pointe afin de commercialiser les piles à combustible pour les applications mobiles ou stationnaires. L'appel d'offres mettrait l'accent sur le coût, le rendement, la fiabilité, la durabilité et la sécurité, c'est-à-dire tous les éléments qu'il nous faut régler avant de pouvoir réaliser nos objectifs. L'initiative proposerait la concertation des efforts et le partage des coûts entre l'industrie, les universités et les organismes de recherche à l'appui de la R-D nécessaire. Cette initiative représenterait la première étape de l'élaboration d'un cadre de R-D pour créer la nouvelle donne énergétique en Amérique du Nord.

Adoption d'une approche coordonnée à l'égard des programmes canadiens d'innovation se rapportant à l'hydrogène et aux piles à combustible

L'adoption d'une approche coordonnée à l'égard des programmes d'innovation permettrait aux organismes publics, aux entreprises commerciales qui développent la technologie, aux organismes de recherche nationaux et aux universités d'unir leurs efforts pour atteindre un but commun : lancer sur le marché d'ici 10 ans des technologies de l'hydrogène propres et efficaces à prix abordable. Ce programme pourrait :

- exécuter des travaux de R-D ciblée pour réduire le coût de la technologie de l'hydrogène et des piles à combustible et en améliorer le rendement;
- faire la preuve de la viabilité de la technologie de l'infrastructure pour l'hydrogène, notamment en ce qui concerne la production, la distribution et le stockage, ainsi que les applications portables, stationnaires et mobiles;
- combler l'écart actuel du Canada sur le plan de la commercialisation;
- constituer un excellent modèle de partenariat public-privé dans le domaine de la R-D technologique;
- assurer une utilisation efficace des investissements de capitaux pour réaliser des percées technologiques et accélérer le passage à l'économie de l'hydrogène;
- encourager l'entrepreneuriat dans le secteur de l'hydrogène et des piles à combustible;
- appuyer les efforts d'analyse dans la modélisation de l'économie de l'hydrogène.

Le financement public va en augmentant, mais il est parfois difficile d'obtenir des fonds en raison de la complexité des formalités administratives. Ces obstacles peuvent empêcher des entreprises de tirer rapidement parti des créneaux qui se font jour. Un mécanisme concerté d'aide financière atténuerait ce problème et aiderait à accroître la participation des entreprises dans les marchés de la recherche-développement et du déploiement en croissance.

Ces obstacles peuvent empêcher des entreprises de tirer rapidement parti des créneaux en émergence. Un mécanisme d'aide financière coordonné atténuerait ce problème et aiderait à accroître la participation des entreprises aux marchés de recherche-développement et de démonstration en croissance.

Mesure possible

Examiner la possibilité de simplifier le mécanisme d'aide financière pour établir une approche coordonnée et un cadre de reddition des comptes pour les programmes se rapportant à l'hydrogène. Le cadre, qui mettrait l'accent sur les priorités en matière de recherche-développement et de déploiement ainsi que de commercialisation définies dans la stratégie nationale, coordonnerait et simplifierait la procédure

de demande à l'appui de ces priorités. On pourrait par ailleurs accroître les investissements dans des programmes fédéraux très efficaces se rapportant à l'hydrogène et aux piles à combustible.

Mesures possibles

Grâce à des séances de remue-méninges originales et ouvertes réunissant en petits groupes des représentants de l'industrie et les gestionnaires de programmes, on pourrait définir les problèmes auxquels l'industrie se heurte et les contraintes subies par le gouvernement pour proposer des solutions réalistes.

Lancer une « campagne d'information » semestrielle ou annuelle offrant aux entreprises la possibilité de rencontrer les gestionnaires de programmes et de présenter leurs plans de travail, leurs projets et leurs besoins.

Mesure possible

Former une alliance pour l'hydrogène et les piles à combustible, qui s'intéresserait à tous les aspects de la commercialisation des technologies de l'hydrogène et des piles à combustible. Cette alliance amènerait la technologie de l'étape de la R-D à celle du déploiement en assurant la liaison entre, d'une part, l'industrie et, d'autre part, les universités, les organismes de recherche et le secteur public. Ses priorités en matière de R-D comprendraient la catalyse, les membranes, les matériaux et la modélisation pour la production et le stockage d'hydrogène de même que les piles à combustible. Les technologies efficaces mises au point en laboratoire passeraient aux étapes de la démonstration et du déploiement.

Amélioration de l'accès aux capitaux

En raison des longs délais de commercialisation de la technologie de l'hydrogène, l'industrie a besoin d'un financement soutenu et stable pour tirer parti des possibilités à moyen ou à long terme offertes par l'hydrogène et les piles à combustible.

L'obtention de capitaux suffisants pour soutenir un niveau élevé de R-D a toujours été un véritable casse-tête pour les petites entreprises, qui composent l'industrie en grande partie. Fort heureusement, elles ont jusqu'à présent très bien réussi à obtenir une aide du secteur public, de grandes multinationales qui fabriquent du matériel d'origine et des marchés boursiers. Mais il devient de plus en plus difficile d'obtenir des capitaux.

Élaboration de politiques cadres novatrices pour le marché

Le secteur public jouera un rôle de premier plan en appuyant et en coordonnant la recherche à l'échelle de l'industrie et l'affectation des fonds publics, mais il demeurera essentiel d'obtenir un financement privé. Le succès de l'industrie canadienne reposera sur sa capacité à obtenir des capitaux d'investissement pour la R-D nécessaire à la réalisation de percées technologiques. Toutefois, bien que les entreprises canadiennes aient réussi à avoir accès à des capitaux sur les marchés privés et publics et qu'elles puissent fournir des capitaux propres, certaines d'entre elles risquent d'avoir davantage de difficulté à obtenir des fonds privés à l'avenir en raison des longs délais de commercialisation.

Selon les projections de l'industrie, elle aura besoin de capitaux d'un milliard de dollars au cours des dix prochaines années pour réaliser la R-D qui débouchera sur la commercialisation. Le gouvernement collaborera avec l'industrie pour recenser les mécanismes d'aide publique existants, afin de s'assurer qu'ils permettent à l'industrie d'avoir accès aux capitaux nécessaires pour poursuivre sur sa lancée en R-D, promouvoir l'adoption précoce des technologies et favoriser leur commercialisation rapide.

Mesure possible

Examiner les politiques et programmes actuels du gouvernement du Canada pour déterminer s'il y a lieu de les remanier afin de répondre plus efficacement aux besoins du secteur de l'hydrogène et des piles à combustible.

Expansion des programmes de démonstration actuels pour stimuler l'investissement

Des projets de démonstration de grande envergure et une campagne réaliste de sensibilisation du public – brossant un portrait nuancé de l'industrie – sont essentiels pour stimuler l'investissement et par la suite la demande du marché.

Mesure possible

Accroître l'investissement dans les programmes fédéraux se rapportant à l'hydrogène et aux piles à combustible pour appuyer les projets de démonstration qui sont sources d'apprentissage, ainsi que la recherche-développement fondamentale et de pointe et le déploiement au Canada et à l'étranger. Cet accroissement favoriserait la commercialisation des technologies canadiennes.

Renforcement des capacités et promotion de l'adoption sur le marché

De vigoureuses filières industrielles réunissant des organisations complémentaires sont à la base de la chaîne de valeur. Non seulement elles simplifient l'acquisition et la mise en valeur de l'expertise ainsi que le développement et la mise à disposition des produits, mais aussi elles attirent les investissements de grandes multinationales désireuses d'externaliser la recherche et la fabrication. L'expansion de ces filières sera essentielle pour permettre à l'industrie canadienne de répondre aux besoins de ses marchés en évolution.

Établissement de la chaîne d'approvisionnement

Les contrats de R-D attribués par les grands fabricants de matériel sont depuis longtemps une source importante de recettes pour l'industrie. Toutefois, ce marché évolue rapidement. Alors que les entreprises canadiennes ont souvent été partenaires dans le développement de la technologie de base, nombre de fabricants de matériel acquièrent maintenant la capacité de perfectionner cette technologie à l'interne et de l'intégrer à leur gamme de produits. Les entreprises canadiennes doivent décider si ce type de relations sert au mieux leurs intérêts et définir au besoin d'autres possibilités qui permettront d'obtenir de meilleurs résultats par suite de leurs efforts.

Mesures possibles

Faire participer d'autres secteurs à l'acquisition d'une capacité initiale pour intégrer les piles à combustible aux applications sur le marché.

Analyser les cahiers des charges relatifs à la fabrication pour la production à grande échelle d'hydrogène et de piles à combustible.

Appuyer le déploiement d'un réseau de centres d'excellence pour la durabilité, afin de réunir les différents intervenants des secteurs de l'énergie, de la fabrication et de la politique.

Faire participer le secteur de l'automobile et des pièces automobiles à l'acquisition d'une capacité de production initiale pour le secteur des piles à combustible et les technologies des applications mobiles, par exemple, les véhicules hybrides.

Nous pouvons aussi analyser les filières industrielles déjà formées au Canada dans le domaine de l'hydrogène et des piles à combustible pour déceler les lacunes, au chapitre des ressources et de la capacité, propres à influer sur la demande actuelle et future sur le marché.

Mesures possibles

Établir un mécanisme de consultation officiel entre l'industrie et le gouvernement par le truchement du Comité canadien sur l'hydrogène et les piles à combustible. Ce mécanisme se pencherait une fois l'an sur les questions cruciales et favoriserait une communication efficace entre toutes les parties.

Continuer d'analyser les filières industrielles existantes au Canada dans le domaine de l'hydrogène et des piles à combustible pour déceler les lacunes, au chapitre des ressources et de la capacité, propres à influer sur la demande actuelle et future sur le marché.

Entreprendre un rapport d'analyse comparative du rendement pour aborder les progrès accomplis par l'industrie et les investissements publics connexes.

Nous devrons peut-être aussi adopter une nouvelle façon de penser qui attribuerait une valeur financière aux coûts et aux retombées, à la fois d'ordre social et environnemental, découlant de l'utilisation de la technologie de l'hydrogène.

Mesure possible

Collaborer avec l'industrie pour établir une comparaison chiffrée des coûts et des retombées de l'hydrogène par rapport à ceux des technologies en place. Utiliser ces analyses pour montrer que le coût de la technologie de l'hydrogène, par rapport à celui des technologies en place, n'est pas aussi élevé que semble l'indiquer le prix courant du marché, car le prix du marché ne prend pas en compte les coûts sociaux et environnementaux des technologies en place.

Exploitation des débouchés sur les marchés initiaux

Il est essentiel de tirer parti des marchés immédiats et à court terme pour développer des technologies robustes et en réduire le coût tout en aménageant l'infrastructure mondiale pour l'hydrogène. Notre capacité à cet égard présente des lacunes et nous avons besoin de stratégies pour les combler.

Le gouvernement du Canada peut jouer un rôle unique en devenant le « premier utilisateur » de ces applications sur les marchés initiaux. Il aiderait ainsi l'industrie à renforcer sa capacité tout en favorisant l'utilisation de la technologie et en faisant la preuve de sa qualité marchande auprès des acheteurs des autres pays.

Mesure possible

Mener des activités de sensibilisation d'envergure régionale, notamment organiser des ateliers, pour permettre ainsi aux différents intervenants de se réunir pour trouver des moyens et des projets particuliers qui encourageront l'adoption de l'hydrogène et des piles à combustible.

Mesures possibles

Dans le cadre d'un programme visant à convaincre les prospects de faire un premier achat, des utilisateurs industriels triés sur le volet ainsi que des gouvernements canadiens et leurs organismes deviennent les « premiers acheteurs » des technologies de l'hydrogène et des piles à combustible ou d'autres technologies énergétiques en émergence. En privilégiant les technologies développées au Canada, ces acheteurs pourraient donner l'exemple et inciter d'autres organisations publiques et privées ainsi que des consommateurs à les adopter.

Le Canada a aussi une occasion unique de collaborer avec les marchés en émergence pour développer des technologies propres à répondre à leur demande d'énergie croissante et adaptées à infrastructures dispersées.

Mesures possibles

Continuer de collaborer avec l'initiative des marchés en émergence, sous l'égide de Commerce international Canada, pour tirer parti des possibilités qu'offrent ces marchés. Les efforts seraient concentrés sur le développement et le déploiement des technologies les meilleures de leur catégorie pour commercialiser à grande échelle les technologies de l'hydrogène et des piles à combustible.

Assurer une aide financière aux pays en développement et à leurs entreprises, afin qu'ils puissent participer à des missions canadiennes et à des activités de partenariat.

Image de marque de l'industrie canadienne

Une forte image de marque de l'industrie canadienne servirait les efforts de promotion déployés par nos entreprises en faisant valoir l'intérêt des solutions canadiennes conformes à nos priorités sociales, environnementales et économiques. Cette image de marque pourrait souligner notre contribution à l'avènement de l'économie de l'hydrogène et les relations de coopération entre les industries et le secteur public au sein de la communauté internationale.

Mesures possibles

Continuer d'appuyer une forte présence canadienne aux conférences et foires commerciales internationales en utilisant le Pavillon du Canada pour faire valoir les points forts et les stratégies du pays dans le secteur.

COMMERCE-Can

Un plan d'action gouvernemental doté d'un budget de 470 millions de dollars aidera à assurer la prospérité du Canada en incitant le milieu des affaires à participer plus activement à l'économie mondiale en rapide évolution.

Encourager un appui de haut niveau de la part des ministères fédéraux clés et élaborer à cette fin un message ministériel cohérent pouvant être transmis à l'occasion de manifestations internationales importantes.

Apporter à l'industrie canadienne une aide en espèces et en nature pour les initiatives qui font la promotion des solutions canadiennes à l'étranger, par exemple, la Canada-China Hydrogen and Fuel Cell Coalition.

Nous avons aussi la chance de tirer parti de certaines manifestations importantes comme les Jeux olympiques de 2010 et le Forum urbain mondial pour faire connaître le Canada en qualité de chef de file mondial de la recherche-développement et du déploiement dans le domaine de l'hydrogène et des piles à combustible. Par exemple, les Jeux olympiques et paralympiques d'hiver de 2010 offriront une vitrine pour ces technologies de pointe.

Mesure possible

Proposer un investissement et un partenariat avec BC Transit à l'appui d'un projet de démonstration d'un parc de 15 à 20 autobus à pile à combustible dans le cadre des Jeux olympiques d'hiver de 2010 et par la suite.

Enfin, en jouant un rôle reconnu à l'échelle internationale dans l'établissement de systèmes d'essai et d'analyse comparative, le Canada validerait l'assurance qualité et contribuerait à renforcer l'image de marque des technologies développées sur son territoire.

Mesure possible

Favoriser la multiplication des liens entre le gouvernement fédéral et l'industrie, les universités et les organismes de recherche privés pour réaliser des analyses comparatives et des diagnostics et mettre en place des installations d'essai de calibre mondial. Cette mesure tirerait parti de la capacité canadienne, notamment l'Institut d'innovation en piles à combustible du Conseil national de recherches, l'Institut de recherche sur l'hydrogène, le réseau AUTO21 et le Centre for Automotive Materials and Manufacturing.

Mesures pour attirer des entreprises d'attache et des fabricants de matériel au Canada

On devrait continuer de faire connaître les avantages pour une entreprise d'établir ses activités au Canada. Lieu de prédilection pour l'innovation et l'investissement, notre pays offre un secteur financier concurrentiel et stable ainsi qu'une infrastructure de calibre mondial pour les communications, la technologie et les transports. Nous disposons par ailleurs d'une main-d'œuvre et de chefs d'entreprise hautement qualifiés. Grâce à notre faible taux d'inflation, à nos taux d'intérêt peu élevés et à notre régime fiscal concurrentiel, de nombreuses villes canadiennes peuvent offrir des coûts de démarrage et d'exploitation parmi les plus faibles en Amérique du Nord.

Mesures possibles

Profiter des visites à l'étranger de ministres et de représentants de haut niveau pour promouvoir le Canada comme lieu de prédilection pour les investisseurs.

Produire une vidéo promotionnelle pour mettre en évidence les avantages d'exercer des activités au Canada et montrer les points forts de nos filières industrielles dans le domaine de l'hydrogène et des piles à combustible.

Acquisition de compétences, éducation et sensibilisation

La position dominante du Canada dans l'industrie est attribuable dans une large mesure à notre concentration impressionnante d'expertise. Pour préserver cet avantage, nous devrons former les nouvelles générations de scientifiques, de théoriciens et d'autres travailleurs intellectuels.

Promotion du renforcement des compétences

Il faudra pouvoir compter sur un personnel technique qualifié pour appuyer les projets de démonstration et intensifier la recherche appliquée ainsi que le développement de produits. À mesure que ce marché croîtra, nous devrons assurer la formation

spécialisée des travailleurs affectés à la production, aux services et au soutien. C'est pourquoi il nous faut mettre en évidence et combler les lacunes qui nous empêchent d'assurer ce niveau de formation.

Une intervention sur ce front pourrait consister à assurer une meilleure harmonisation entre, d'une part, les secteurs des transports et de l'énergie et, d'autre part, les établissements d'enseignement postsecondaire et les écoles de métiers, en prévoyant notamment :

- des programmes de formation à l'échelle des entreprises qui répondent aux besoins immédiats;
- des projets de démonstration ou des achats précoces comportant un volet formation;
- des programmes d'information sur les possibilités de carrière;
- un certificat reconnu dans tout le Canada pour le personnel de métier dans le domaine de l'hydrogène et des piles à combustible;
- davantage de cours et de programmes dans certaines universités et écoles techniques;
- des programmes d'alternance travail-études ou de stage plus nombreux au sein des entreprises spécialisées dans la technologie de l'hydrogène et des piles à combustible.

Fort heureusement, les établissements d'enseignement sont de plus en plus intéressés à intégrer à leurs programmes d'études la recherche sur l'hydrogène et les piles à combustible et certains d'entre eux offrent déjà une formation théorique poussée dans le domaine. Aux cycles supérieurs, les étudiants sont formés auprès d'un groupe de chercheurs qui va en augmentant; par exemple, le Conseil national de recherches du Canada (CNRC) et le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie (CRSNG) appuient une chaire de recherche sur les piles à combustible et des programmes de bourses pour les étudiants des cycles supérieurs dans les universités canadiennes.

Nous pouvons aussi consacrer davantage d'efforts au recrutement de hauts dirigeants de l'industrie. Nous aurons besoin de ces gens pour aider les entreprises canadiennes à soutenir la concurrence sur les marchés internationaux de la recherche-développement et du déploiement et à assurer un leadership propre à consolider notre position sur les marchés futurs. Il nous faut par ailleurs pouvoir compter sur des chercheurs de calibre mondial pour réaliser les percées qui soutiendront la demande de notre technologie et surmonter les obstacles techniques à la commercialisation.

Bref, en mettant à profit sa position dominante dans l'industrie de l'hydrogène et des piles à combustible, le Canada pourrait devenir un centre international de formation dans le domaine.

Mesures possibles

Tirer parti des initiatives du B.C. Knowledge Special Interest Group pour élaborer les programmes d'études spécialisés des établissements d'enseignement postsecondaire et des écoles techniques par l'intermédiaire des tables sectorielles de Ressources humaines et Développement des compétences Canada (RHDCC).

Utiliser les chaires de recherche pour faciliter le recrutement d'employés clés en gestion et en recherche possédant les compétences voulues.

Éducation et sensibilisation du public

Le passage à une économie de l'hydrogène aura une incidence profonde sur la vie des Canadiens. Pour faciliter la transition, nous devrons veiller à ce que nos communications fassent en sorte que ces nouvelles technologies soient appuyées et acceptées non seulement par les intervenants mais aussi par le public. En particulier, pour lancer rapidement sur le marché l'hydrogène et les piles à combustible, il est essentiel que le public comprenne à quel point cette technologie est économique, sans danger, efficace et respectueuse de l'environnement.

Il sera crucial pour tous les intervenants de travailler ensemble, afin d'assurer une communication efficace de l'information. Pour ce faire, nous pouvons faire passer le message en l'intégrant à des activités et à produits d'information, nouveaux et existants, qui soulignent

la sécurité de l'hydrogène, l'adhésion par les consommateurs, les possibilités économiques, l'éducation et le perfectionnement des compétences.

Par exemple, Piles à combustible Canada ainsi que les gouvernements fédéral et provinciaux unissent leurs efforts pour créer le premier centre canadien de démonstration des technologies de l'hydrogène et des piles à combustible. Ce centre sera situé dans les locaux du nouvel Institut d'innovation en piles à combustible, qui ouvrira ses portes au printemps 2006. Destiné à jouer un rôle unique dans la présentation des projets de démonstration ainsi que de la technologie et des produits canadiens, ce centre sensibilisera le public aux capacités du Canada en recherche et renseignera le gouvernement, les médias et les visiteurs sur la position dominante et l'expertise du Canada dans le domaine des technologies de l'hydrogène et des piles à combustible.

Mesures possibles

Accroître le financement des programmes pour encourager les changements de comportement propres à susciter une adoption généralisée des technologies de l'hydrogène et des piles à combustible.

Tirer parti du succès des projets de démonstration en cours pour sensibiliser le public et susciter son adhésion.

Élaborer et mettre en œuvre de vastes campagnes ciblant les organismes de réglementation, les gouvernements, les premières organisations à adopter les nouvelles technologies et le public pour faire prendre conscience des avantages des technologies de l'hydrogène et des piles à combustible.

Construire le premier centre de démonstration de l'hydrogène et des piles à combustible du Canada, dans les locaux du nouvel Institut d'innovation en piles à combustible du Conseil national de recherches, qui ouvrira ses portes au printemps 2006.

Faire fond sur des campagnes éprouvées pour que nos messages soient uniformes et que le mandat global du gouvernement soit bien rempli.

Veiller à ce que les communications soient en harmonie avec les stratégies provinciales et municipales et, dans la mesure du possible, collaborer avec ces groupes pour formuler des messages communs.

Surveiller la perception des technologies de l'hydrogène dans le public en menant plus souvent des sondages d'opinion.

Dans le cadre du Partenariat international pour l'économie de l'hydrogène, continuer de travailler à l'élaboration de matériel pédagogique et de faire connaître la technologie de l'hydrogène et des piles à combustible.

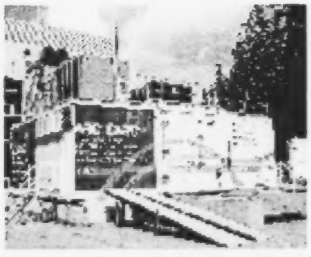
Faire de la sensibilisation auprès des enfants des écoles primaires et secondaires en s'inspirant des modèles du programme Écoles à bord du réseau ArcticNet, établi dans les locaux de la faculté de l'environnement de l'Université du Manitoba.

Mettre en place une série d'ateliers nationaux et internationaux qui nous aideront à mieux comprendre le lien entre, d'une part, le développement de la politique sociale et les structures de gouvernance et, d'autre part, le passage à la nouvelle donne énergétique.

Élaboration de codes et de normes

Le Canada a adopté une approche proactive pour l'élaboration des codes et des normes régissant l'hydrogène. Par l'entremise du Bureau de normalisation du Québec (BNQ), il a appuyé le comité technique ISO TC 197 pour l'élaboration des codes et des normes régissant les technologies de l'hydrogène. À l'heure actuelle, le secteur de l'hydrogène travaille avec le BNQ à l'élaboration d'un code canadien sur les installations à hydrogène, qui sera à la base d'un code national canadien. Le BNQ, qui est également le secrétariat du comité technique ISO TC 197, fera passer ce document sur la scène internationale en proposant son adoption en tant que norme ISO.

En septembre 2004, le gouvernement du Canada a tenu un atelier sur les codes et les normes régissant l'hydrogène et les piles à combustible pour amorcer une analyse des



L'Institut d'innovation en piles à combustible du Conseil national de recherches dispose d'installations et de chercheurs de calibre mondial affectés à la recherche-développement sur les piles à combustible.

règlements nécessaires au Canada. L'industrie prépare à l'heure actuelle un livre blanc définissant les besoins actuels et futurs et elle présentera un plan d'action pour l'élaboration systématique des codes et des normes. L'atelier a par ailleurs offert aux participants la possibilité de participer au Comité consultatif national sur la sécurité publique, organisme provincial territorial national qui représente tous les secteurs de compétence canadiens et peut faire entendre sa voix sur les questions de sécurité publique.

Le Comité consultatif élabore à l'heure actuelle une procédure pour simplifier l'adoption de règlements communs à l'échelle du Canada. L'hydrogène a été retenu comme cas type et la Colombie-Britannique a donné le ton en allant de l'avant avec l'initiative. Cette procédure devrait inciter les organismes de réglementation provinciaux et territoriaux à adopter les normes et les codes régissant l'hydrogène.

Le Groupe de travail sur les codes et les normes, au sein de l'Alliance canadienne sur les piles à combustible dans les transports, est également actif sur ce front. Au moment d'élaborer les codes et les normes, l'Alliance veille aux intérêts de l'industrie, des gouvernements et des organismes à vocation normative. Par ailleurs, le Groupe de travail est maintenant chargé de l'élaboration de normes et de codes pour les programmes fédéraux dans le domaine de l'hydrogène. Transports Canada, qui participe activement au Groupe de travail, donne suite aux préoccupations de l'industrie, notamment la sécurité des véhicules et le transport de l'hydrogène entre le lieu de production et le lieu d'utilisation.

Mesure possible

Continuer de collaborer avec les intervenants du secteur canadien de l'hydrogène, afin d'intégrer aux codes et aux normes d'envergure nationale une perspective nord-américaine et internationale, d'en faciliter l'adoption et d'améliorer notre efficacité à ce chapitre.

Grâce à sa position dominante au sein de l'industrie, le Canada pourra par ailleurs jouer un rôle de premier plan dans l'élaboration des cahiers des charges types, des méthodes et des protocoles d'évaluation sur lesquels reposera la conformité à la réglementation. Les tribunes internationales telles que le Partenariat international pour l'économie de l'hydrogène et le Groupe de travail de l'Agence internationale de l'énergie fournissent des mécanismes essentiels pour partager avec d'autres pays les connaissances acquises et les progrès accomplis dans le domaine des codes et des normes. Le programme canadien pour la sécurité de l'hydrogène, qui relève de l'Alliance, s'inscrit dans le cadre de la participation du Canada à la tâche nº 19 (sécurité de l'hydrogène) prévue par l'entente sur la mise en œuvre de l'hydrogène de l'Agence internationale de l'énergie.

Mesure possible

Continuer d'appuyer les mécanismes multilatéraux qui favorisent l'uniformité des codes et des normes et mettre en commun l'information propre à étayer leur élaboration.

Les administrations publiques canadiennes : des partenaires pour l'avènement de l'économie de l'hydrogène

Tous les Canadiens participeront au passage à une nouvelle donne énergétique, mais les administrations publiques de tous les niveaux ont d'entrée de jeu un rôle de catalyseur à jouer dans cette transition. En qualité de partenaires de cette démarche, elles peuvent s'engager à utiliser de préférence des sources d'énergie de remplacement respectueuses de l'environnement de même que des technologies nouvelles pour ainsi stimuler la commercialisation et apaiser les préoccupations concernant la diversité et la sécurité énergétiques ainsi que la protection de l'environnement.

En fait, les administrations publiques possèdent nombre de points forts et de capacités propres à favoriser l'établissement de partenariats vigoureux et fructueux avec l'industrie, les universités et le milieu de la recherche. Les initiatives éducatives, l'appui de programmes de communication et de sensibilisation, la collaboration dans le cadre des projets de démonstration, les stimulants fiscaux et financiers ainsi que les politiques environnementales novatrices sont quelques-uns des moyens à la portée des administrations publiques pour soutenir les partenariats qui accéléreront le passage à une nouvelle donne énergétique.

Il est essentiel d'élaborer une stratégie nationale sur l'hydrogène et les piles à combustible pour comprendre comment la technologie de l'hydrogène peut contribuer à un avenir axé sur une énergie propre pour le Canada et le reste du monde et comment les administrations publiques et les intervenants peuvent s'associer pour que ces espoirs deviennent une réalité. En établissant une vision et en formulant les questions et options clés qui s'y rapportent, le document de discussion devrait stimuler un débat constructif autour de la vision proprement dite ainsi que des objectifs que nous nous sommes fixés et des mesures à notre disposition pour les atteindre.

Le document souligne par ailleurs que le secteur public, en partenariat avec le milieu de la recherche et l'industrie, peut déployer des efforts déterminés et stratégiques et que cette démarche est réalisable. Il pose également comme hypothèse que la vision énoncée est somme toute réaliste et que sa concrétisation ne dépend que de nous. Les retombées éventuelles de cette démarche – notamment au chapitre de la sécurité énergétique, de la croissance économique et de la protection de l'environnement – sont presque incalculables. Par un heureux coup du sort, le Canada a tous les atouts voulus pour donner le ton au reste du monde dans cette transformation énorme et historique.

Prochaines étapes

Le present document représente la deuxième étape d'une démarche en sept étapes visant à élaborer et à lancer une stratégie nationale sur l'hydrogène et les piles à combustible. La démarche prévue d'établit comme suit :

Étape 1

Détermination de l'orientation et des priorités initiales pour la stratégie.

Étape 2

Élaboration d'un document de discussion et tenue des premières consultations auprès des intervenants et spécialistes clés.

Étape 3

Consultation à grande échelle.

Étape 4

Mise au point d'une stratégie nationale sur l'hydrogène et les piles à combustible.

Étape 5

Obtention de l'approbation par le Cabinet de la stratégie et des priorités proposées à cet égard.

Étape 6

Publication de la stratégie.

Étape 7

Mise en œuvre des recommandations formulées dans la stratégie et suivi des progrès accomplis.

Prochaines étapes

Le présent document représente la deuxième étape d'une démarche en sept étapes visant à élaborer et à lancer une stratégie nationale sur l'hydrogène et les piles à combustible. La démarche prévue d'établit comme suit :

Étape 1

Détermination de l'orientation et des priorités initiales pour la stratégie.

Étape 2

Élaboration d'un document de discussion et tenue des premières consultations auprès des intervenants et spécialistes clés.

Étape 3

Consultation à grande échelle.

Étape 4

Mise au point d'une stratégie nationale sur l'hydrogène et les piles à combustible.

Étape 5

Obtention de l'approbation par le Cabinet de la stratégie et des priorités proposées à cet égard.

Étape 6

Publication de la stratégie.

Étape 7

Mise en œuvre des recommandations formulées dans la stratégie et suivi des progrès accomplis.

Notes de travail

Une vision pour le Canada

Cette vision est-elle appropriée pour le Canada?

Quels objectifs le Canada doit-il se fixer au chapitre de l'adoption en ce qui concerne :

- le nombre d'unités précommerciales et commerciales dans les applications mobiles, stationnaires et portables et les stations service distribuant de l'hydrogène?
- le pourcentage de puissance installée?
- le pourcentage de production d'énergie?

Débouchés pour le Canada dans l'économie mondiale de l'hydrogène de demain

- Quelles sont les technologies ou applications canadiennes actuelles de l'hydrogène et des piles à combustible les plus porteuses à court terme et dans quels marchés?
- Quelles sont les technologies, applications et priorités en matière de R-D à moyen ou à long terme nécessaires pour créer une industrie de l'hydrogène et des piles à combustible viable?
- Comment peut-on s'y prendre pour que les technologies et applications canadiennes concordent davantage avec nos principaux marchés d'exportation à court ou à long terme?

Infrastructure pour l'hydrogène

Questions à court terme

Le Canada devrait-il continuer de s'intéresser à tous les modes de production d'hydrogène ou concentrer ses efforts sur quelques modes choisis avec soin?

Quelles technologies d'appui, par exemple, le captage et le stockage du CO_2, pourrions-nous développer conjointement pour les modes de production privilégiés?

Une fois les modes de production choisis, quelles sont les possibilités et les tactiques qui nous permettront d'aménager les infrastructures de production, de mise à disposition et de stockage visées?

Une fois les modes de production choisis, comment nous y prendrons-nous pour asseoir la présence du Canada dans les marchés d'exportation connexes?

Est-ce que l'expansion de la production d'hydrogène à grande échelle pour l'exploitation des sables bitumineux pourrait offrir une infrastructure pour le déploiement et l'adoption rapide des piles à combustible?

Questions à moyen ou à long terme

Quels sont les débouchés qui favoriseront l'aménagement rationnel d'une infrastructure pour l'hydrogène?

Quelles ressources devrions-nous consacrer maintenant à ces débouchés?

Dans quelle mesure pourrait-on mettre en valeur de nouvelles sources d'énergie primaire pour la production d'hydrogène, par exemple, la biomasse et les méthodes biologiques, à l'échelle régionale pour atteindre les objectifs en matière d'économie et d'émissions?

Le milieu de la recherche devrait-il participer au développement de technologies de stockage d'hydrogène basse pression?

Applications mobiles

Questions à court terme

Sur quels débouchés à court terme devrions-nous mettre l'accent pour permettre au Canada de participer aux marchés de masse pour les véhicules à hydrogène?

Comment nous y prendrons-nous pour respecter les objectifs au chapitre du coût et du rendement qui sont établis par les cartes routières sur la commercialisation des piles à combustible de l'industrie?

Devrions-nous harmoniser nos objectifs avec les objectifs en matière de rendement du département de l'Énergie des États-Unis ou établir nos propres objectifs nationaux?

Le Canada devrait-il envisager d'établir un partenariat avec la Chine pour construire et mettre en circulation conjointement les 250 000 premières automobiles dans le monde?

Questions à moyen ou à long terme

Devrions-nous continuer de cibler les voitures particulières en tant que principal marché de masse pour les technologies de l'hydrogène et des piles à combustible?

Est-ce que le stockage de gaz comprimé offrira une autonomie suffisante pour répondre aux besoins des consommateurs?

Dans l'affirmative, comment nous y prendrons-nous pour maintenir la position du Canada sur ce marché lorsque les constructeurs automobiles étrangers prendront des mesures pour produire eux-mêmes leurs systèmes de piles à combustible?

Au développement de quelles autres applications mobiles à moyen ou à long terme pourrions-nous consacrer nos ressources?

Applications stationnaires

Question à court terme

Plusieurs orientations s'offrent à nous dans le domaine des applications stationnaires. À court terme, quelles sont celles qui nous aideraient le mieux à participer aux premiers marchés en exploitant des créneaux et par la suite aux marchés de masse des applications stationnaires?

Questions à moyen ou à long terme

Le Canada devrait-il se doter d'une expertise dans le domaine des grosses piles à combustible haute température pour la production d'énergie à grande échelle?

Le Canada devrait-il élaborer un plan d'action pour le déploiement de piles à combustible stationnaires dans ses collectivités éloignées?

Applications portables

Questions à court terme

À la lumière de ce qui précède, le Canada devrait-il ou non développer des applications de micropiles à combustible?

Comment assurerait-on la mise à disposition et le stockage de l'hydrogène ou d'autres combustibles pour ces piles si leur utilisation devenait généralisée?

Marchés mondiaux

Sur quels marchés géographiques le Canada devrait-il concentrer ses efforts dans les domaines ci-après?

1) Applications mobiles

2) Applications stationnaires

3) Applications portables

4) Infrastructure

5) Activités de R-D concertée

Renforcement de l'industrie

Déterminez les grandes priorités pour les aspects suivants.

1) Création d'une approche équilibrée pour la recherche-développement et le déploiement

2) Renforcement des capacités et promotion de l'adoption sur le marché

3) Acquisition de compétences, éducation et sensibilisation

4) Élaboration de codes et de normes

Notes

1. Département de l'Énergie des États-Unis. US Posture Plan: An Integrated Research, Development and Demonstration Plan, février 2004.
2. Industrie Canada. Profil de l'industrie canadienne de l'hydrogène et des piles à combustible de 2004.
3. Industrie Canada. Énoncé de politique internationale du Canada – Fierté et influence : notre rôle dans le monde.
4. Industrie Canada. Profil de l'industrie canadienne de l'hydrogène et des piles à combustible de 2004.
5. Ballard Power Systems. Technology Roadmap.
6. Ibid.
7. Ibid.
8. Département de l'Énergie des États-Unis. Hydrogen, Fuel Cells and Infrastructure Technologies Plan, Multi-Year Research and Development Plan, février 2005, p. 3-77.